



Efecto del manejo orgánico en la diversidad y función de artrópodos asociados al cacao (*Theobroma cacao* L.) en Colombia

Effect of organic management on the diversity and function of arthropods associated with cacao (*Theobroma cacao* L.) in Colombia

JUAN CAMILO DORADO-SUAREZ^{1*} ISABELLE MERLE²
 FABRICE REQUIER² STEPHANE DUPAS²

¹ Department of Biological Sciences, University of the Andes, Bogotá, Colombia. jc.dorado@uniandes.edu.co

² CNRS, IRD, UMR Evolution, Génomes, Comportement et Écologie, Université Paris-Saclay, Paris, Francia. isabelle.merle@protonmail.com, fabrice.requier@ird.fr, stephane.dupas@ird.fr

* Autor de correspondencia

Juan Camilo Dorado-Suarez. Departamento Ciencias Biológicas, Universidad de los Andes. Cra 1#18a-12 oficina A203 Laboratorio CIM-PAT, Bogotá, Colombia. jc.dorado@uniandes.edu.co

Citación sugerida

Dorado-Suarez, J. C., Merle, I., Requier, F., & Dupas, S. (2025). Efecto del manejo orgánico en la diversidad y función de artrópodos asociados al cacao (*Theobroma cacao* L.) en Colombia. *Revista Colombiana de Entomología*, 51(1), e14234. <https://doi.org/10.25100/socolen.v51i1.14234>

Recibido: 11-Jun-2024

Aceptado: 17-May-2025

Publicado: 30-Sep-2025

Editor temático: Alex E. Bustillo, Cenipalma, Bogotá, Colombia.

Revista Colombiana de Entomología

ISSN (Print): 0120-0488

ISSN (On Line): 2665-4385

<https://revistacolombianaentomologia.univalle.edu.co>

Open access



BY-NC-SA 4.0
creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

Publishers: Sociedad Colombiana de Entomología
SOCOLEN (Bogotá, D. C., Colombia)
<https://www.socolen.org.co>
Universidad del Valle (Cali, Colombia)
<https://www.univalle.edu.co>

Resumen: el cacao (*Theobroma cacao* L.) es un cultivo de alto valor comercial. A pesar de su importancia se sabe poco sobre los artrópodos asociados y los factores que afectan su diversidad y dinámica funcional. Los sistemas de cultivo orgánico son vistos como una solución para la conservación de la biodiversidad. Este estudio busca comparar la abundancia y diversidad, junto con el rol funcional de los artrópodos, evaluando diferencias entre sistemas de manejo (orgánico y convencional). Se realizó en Nilo, Cundinamarca, Colombia, comparando seis parcelas de cultivo convencional y orgánico. En tres periodos de muestreo, correspondientes a cada fase fenológica del cacao se instalaron trampas pitfall, intercepción, Malaise y pegamento en flor y recolectaron artrópodos cada día durante tres días. Se identificaron 273 familias de artrópodos y 15,310 individuos, categorizados por sus roles ecológicos como depredadores, fitófagos, polinizadores, parasitoides y descomponedores. Los resultados indican un aumento significativo en la abundancia de artrópodos en las parcelas orgánicas. Así mismo, a nivel de rol funcional se encontró un efecto en la abundancia en cada parcela. Sin embargo, según el índice inverso de Simpson, no se encontraron diferencias en la diversidad entre los sistemas convencional y orgánico. Se encontró un efecto negativo de la temperatura y la precipitación sobre la abundancia de los artrópodos en varios roles funcionales. Estos hallazgos revelan la dinámica de la entomofauna en el cacao y cómo el manejo orgánico puede favorecer la biodiversidad. No obstante, se requiere estudiar su impacto en la producción para comprender sus beneficios para la sociedad.

Palabras clave: Agroecología, biodiversidad, clima, entomofauna, rol funcional, sistema de manejo.

Abstract: Cacao (*Theobroma cacao* L.) is a high-value commercial crop from which the popular chocolate is derived. Despite its importance, little is known about the associated arthropods and the factors affecting their diversity and functional dynamics. On the other hand, organic farming systems are considered a solution for biodiversity conservation. Consequently, this study aims to compare the abundance and diversity of arthropods, along with their functional roles, evaluating differences between conventional and organic systems. The study was conducted in Nilo, Cundinamarca, Colombia, comparing six conventional and organic cacao plots. Pitfall, interception, Malaise, and floral glue traps were used to recollect arthropods each day over three days in three sampling periods, each attempting to capture a phenological phase of cacao. A total of 273 arthropod families and 15,310 individuals were identified and categorized based on their ecological roles. The results indicate a significant increase in arthropod abundance in organic plots. Additionally, at the functional role level, an effect was found on the abundance of each plot. However, according to the inverse Simpson index, no differences in diversity were found between conventional and organic systems. A negative effect of temperature and precipitation on arthropod abundance was observed across several functional roles. These findings highlight the dynamics of the entomofauna in cacao and how organic management can benefit biodiversity. However, further research is needed to assess its impact on production and societal benefits.

Keywords: Agroecology, biodiversity, climate, entomofauna, functional role, management system.

Introducción

El cacao (*Theobroma cacao* L.) es uno de los cultivos con mayor valor comercial del cual se extrae el chocolate, uno de los productos más consumidos a nivel mundial después del café y el té (Nair, 2021). Aunque los modelos de polinización del cacao han sido cada vez más estudiados, persisten limitaciones en su comprensión, especialmente fuera de su rango de distribución natural, donde pueden influir diversos factores ecológicos (Chumacero de Schawe et al., 2018). Recientemente, se ha propuesto que las tasas de polinización en esta especie están determinadas en parte por la disponibilidad de materia orgánica en el suelo (Ríos-Moyano et al., 2023), lo que sugiere que el uso de pesticidas y otras prácticas agrícolas que reducen la calidad del suelo podrían afectar negativamente la incidencia de polinización (Carpio et al., 2021). Una baja tasa de polinización se traduce en una disminución de la productividad del cultivo, disminuyendo los ingresos de los productores (Toledo-Hernández et al., 2020). Chumacero de Schawe et al. (2018) han estudiado la diversidad de visitantes florales comparando agroecosistemas con cacao silvestre y se ha visto una alta abundancia de insectos de los órdenes Hymenoptera y Diptera. No obstante, no encontraron polen en estos insectos por lo que establecer polinizadores supone un gran reto. Ahora bien, los impactos negativos del cambio climático pueden traer consigo una disminución en la producción de chocolate debido a las consecuencias sobre la planta y la entomofauna asociada (Toledo-Hernández et al., 2017). Así mismo, los cambios en los patrones climáticos pueden exacerbar la presencia de plagas fitófagas o sus interacciones con depredadores (Skendžić et al., 2021).

Muchos insectos pueden tener múltiples roles y se necesita estudiar conjuntamente plagas fitófagas, polinizadores, descomponedores y biocontroladores (parasitoides y depredadores) para mejorar el manejo integrado (Merle et al., 2022). Los insectos funcionan como indicadores para predecir cambios en el ecosistema que puedan perjudicar o favorecer al cultivo (Akesse-Ransford et al., 2020). A pesar de la existencia de estudios enfocados en describir los roles funcionales de los artrópodos (Srinivasnaik et al., 2016), no se ha estudiado la interacción de los diferentes roles funcionales para entender el equilibrio del agroecosistema (Akesse-Ransford et al., 2020; Dewi et al., 2020; Syarief et al., 2018). Estos estudios se han centrado en aspectos específicos, como las interacciones entre fitófagos y biocontroladores (Pasarú et al., 2021), o se han enfocado en la función de los polinizadores (Chumacero de Schawe et al., 2018; Toledo-Hernández et al., 2021; Winder, 1978; Zegada Herbas et al., 2020). En los polinizadores se ha comparado cómo se afecta la diversidad de acuerdo con el sistema de manejo que se use (Vásquez et al., 2020). Por consiguiente, no existe aún suficiente información sobre la integridad de la entomofauna asociada al cultivo de cacao (Tuck et al., 2014).

El balance entre las comunidades de fitófagos, depredadores, polinizadores, descomponedores y parasitoides está relacionado con el rendimiento del cultivo (Dewi et al., 2020). Este balance puede verse afectado por cambios en el clima o factores de manejo, como el uso de químicos agroindustriales o los distintos microhábitats que se pueden generar alrededor del cultivo (Zegada Herbas et al., 2020). En términos generales se ha estudiado el efecto del uso de productos químicos sobre algunos grupos funcionales como los fitófagos o los polinizadores (Salazar-Díaz & Torres-Coto, 2017; Zegada

Herbas et al., 2020), pero se conoce poco las consecuencias de estos sobre la estructura de la comunidad que habita el cultivo.

Uno de los productos agroindustriales más usados son los pesticidas, cuyos efectos intencionales e indirectos sobre los artrópodos y sobre la biodiversidad de insectos son significativos (Dankyi et al., 2014). Además, se pueden encontrar compuestos como los neonicotinoides que se translocan al néctar de la flor afectando así a potenciales polinizadores (Jones et al., 2020). Estos agroquímicos pueden tener efectos letales al reducir las abundancias de insectos no objetivos, como los polinizadores. *Forcipomyia*, uno de los principales polinizadores de este cultivo, ha mostrado ser significativamente afectado por ciertos pesticidas (Sotomayor-Chávez et al., 2020). Se han encontrado diferencias significativas en la diversidad de artrópodos terrestres en relación con la aplicación de distintos pesticidas, viendo una disminución en esta debido a la toxicidad generada (Garay-Crisanto et al., 2022). A su vez, existen efectos indirectos que tienen consecuencias en las cadenas tróficas, como por ejemplo la disminución en la abundancia de un insecto biocontrolador induce indirectamente el aumento de poblaciones de fitófagos perjudicando el cultivo (Saaristo et al., 2018). En cacao se ha evaluado la toxicidad de varios plaguicidas en los servicios ecosistémicos, donde se ha visto que hay un gran impacto sobre las poblaciones de depredadores comprometiendo el control biológico natural de fitófagos. Finalmente, el cambio global puede incrementar estos efectos entre las comunidades de insectos (Harvey et al., 2023), por lo que se hace necesario implementar estrategias agroecológicas que permitan resguardar el ecosistema sin perjudicar la productividad.

En Colombia, un país que posee grandes superficies con condiciones climáticas y geográficas óptimas para el cultivo de cacao (González-Orozco et al., 2020), solo alcanza una contribución a la producción mundial del 1 %. Este bajo rendimiento subestima su potencial agrícola. Además, los sistemas de producción de cacao se caracterizan por ser predominantemente convencionales y de pequeña escala, especialmente en la producción de fino aroma (Abbott et al., 2017). Iniciativas tanto de los campesinos como las asociaciones con entidades gubernamentales para organizar la producción han permitido un aumento del 11 % de producción de cacao en el año 2021 (Moreno Trujillo, 2021). También se evidencia un aumento en los cultivos orgánicos que no usan químicos dentro de las plantaciones e implementan metodologías agroecológicas sostenibles (Akesse-Ransford et al., 2020). Las diferencias entre los sistemas de producción orgánicos y convencionales no representan una línea divisoria clara en este país, debido a que muchos cacaocultores no usan pesticidas dentro del cultivo, privilegiando el control manual por falta de recurso, pero no cuentan con los mismos recursos o las condiciones para certificar su producto como orgánico (Contreras, 2013). En Nilo Cundinamarca, donde el cultivo de cacao es reciente y se ha organizado la producción en asociaciones, se logró acceder a un sello orgánico diferenciador en el mercado para generar un ingreso más estable (Amado Sierra et al., 2021), lo cual lo hace un lugar apto para nuevas investigaciones que permitan mejorar las prácticas sostenibles y recompensas sociales que el cacao le trae a los productores.

Los cambios en el uso del suelo tienen un impacto significativo sobre la biodiversidad, y este puede aumentar debido a los cambios climáticos (Skendžić et al., 2021). Se han documentado casos donde el aumento de la temperatura global

favorece la proliferación de plagas en diferentes cultivos, prediciéndose pérdidas económicas de hasta el 25 %. No obstante, cambios en los patrones de precipitación en distintas regiones del mundo evidencian una disminución en la diversidad de insectos polinizadores, lo cual podría poner en peligro la seguridad alimentaria (Skendžić et al., 2021). Es crucial gestionar el uso del suelo y el cambio climático para mitigar estos efectos, ya que aún se desconocen los impactos del macro y microclima en los insectos y la productividad del cacao.

Dados los vacíos mencionados anteriormente, este estudio se propone evaluar no solo la abundancia y diversidad, sino también los efectos del manejo y las condiciones climáticas en la funcionalidad de las comunidades de artrópodos en cultivos de cacao.

Materiales y métodos

Descripción del área de estudio

El experimento se llevó a cabo en el municipio de Nilo, Cundinamarca en tres localidades específicas. En cada una se eligieron un par de parcelas, convencionales y orgánicas, para un total de seis parcelas (Figura 1). Se definió una distancia de 1 km dentro de cada par, para tener las mismas condiciones ambientales, pero limitando el intercambio de insectos entre parcelas convencionales y orgánicas de un par (Forbes & Northfield, 2017). Entre los diferentes pares, se definió un mínimo de 2 km para tener sitios independientes desde de un punto de vista estadística. Se realizaron tres periodos de muestreo, intentando capturar etapas fenológicas diferentes del cultivo.

Las parcelas orgánicas están certificadas bajo las normas Orgánicas para Estados Unidos y la Unión Europea y la norma de alimento agroecológico de Colombia vigente hasta el 2020 otorgada por Kiwa BCS Öko Garantie a través del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Se describen las prácticas de cada manejo en la Tabla 1. Finalmente, se realizó una descripción de las parcelas con la finalidad de tener en cuenta aspectos del paisaje de cada sitio estudiado (Tabla 2).

Determinación de fase de desarrollo del cacao

Para determinar la fase de desarrollo al momento de cada muestreo, se contaron (1) el número de flores cerradas y abiertas, (2) el número de frutos y (3) el número de hojas nuevas durante los 3 días de muestreo. Para el conteo de flores se seleccionó una sección de longitud total de 6 metros desde el tronco hasta tres líneas de ramas donde más flores se observaban. Se contaron las flores cerradas, las flores abiertas y los frutos sin signos de marchitez. Por último, se realizó una estimación del número de hojas nuevas en todo el árbol, contando grupos aproximados de 10 hojas.

En cacao se han descrito 2 grandes periodos fenológicos; uno de reproducción (floración y fructificación) y otro de crecimiento vegetativo (ramificación) (Romero Vergel et al., 2022). Debido a condiciones climáticas se decidió establecer una clasificación propia para determinar las fases fenológicas. Se clasifica la época fenológica del cultivo para cada uno de los órganos, como mínimo, máximo, intermedio.

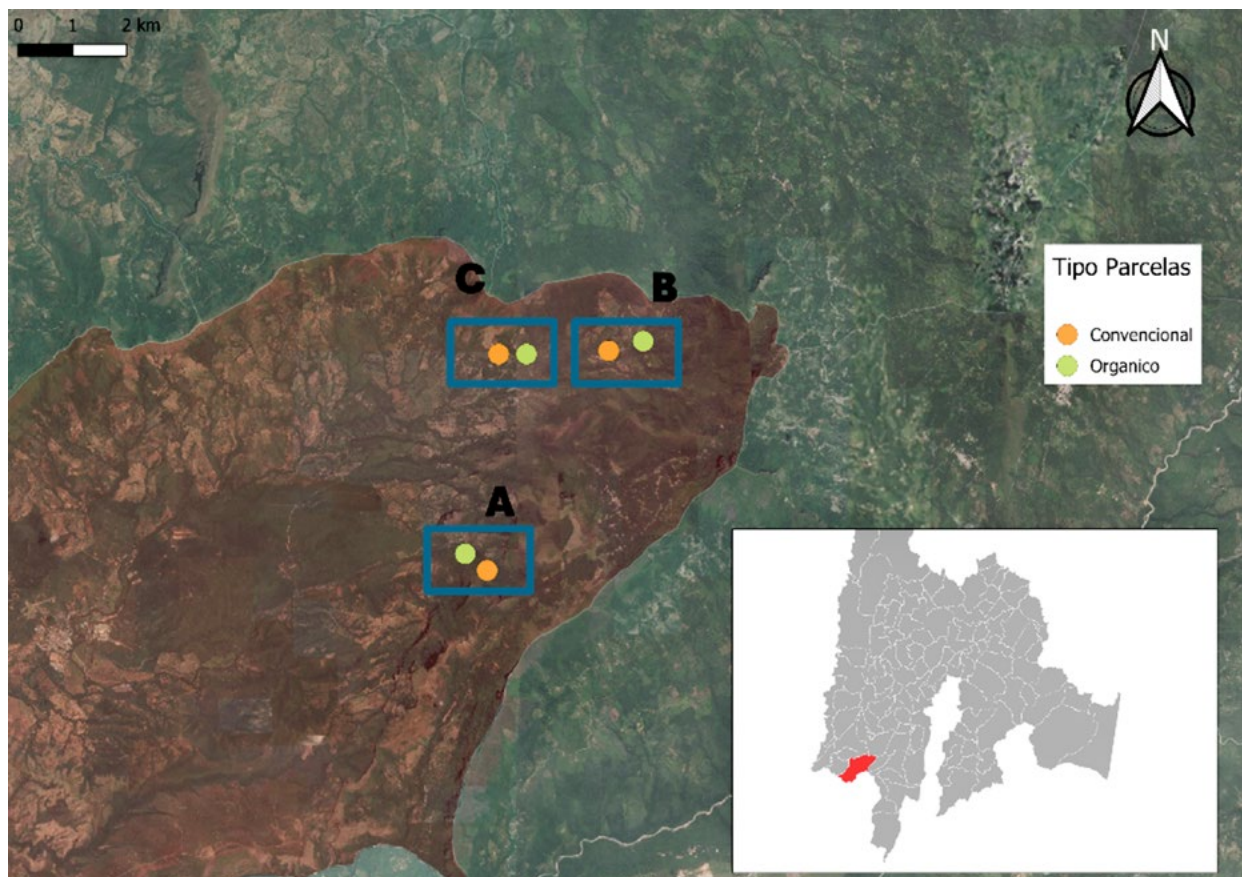


Figura 1. Ubicación geográfica de las 6 parcelas evaluadas por pares en el experimento en el municipio de Nilo, Cundinamarca. (A) Localidad Agua de diosito. (B) Localidad Buenos Aires. (C) Localidad Margaritas

Tabla 1. Descripción de las prácticas agrícolas según el sistema de manejo.

Prácticas agrícolas	Fincas orgánicas	Fincas convencionales
Fertilización	Biopreparados con sales minerales mayores (NPK) y menores (Su, Ca, Mg)	Fertilizantes químicos mayores (15N, 15P,15K) y menores (Su, Ca, Mg).
Manejo de plagas	Control manual, eliminación de frutos contaminados	Control manual, eliminación de frutos contaminados y uso ocasional de Lorsban 2,5 %.
Manejo de malezas	Deshierbe manual	Deshierbe manual
Manejo de sombra	Sistema agroforestal	Sistema agroforestal
Manejo de enfermedades	Poda de mantenimiento y poda de frutos	Poda de mantenimiento y poda de frutos

Tabla 2. Descripción de las parcelas donde se realizó el estudio. La abreviación Org. Hace referencia al sistema de manejo orgánico y Conv. se refiere a un sistema de manejo convencional.

Localidad	Años sin Químicos	Distancia al bosque (m)	Cultivos vecinos	Coordenada	Altitud (m s.n.m.)
Agua de diosito Org.	10	2	Frutales	W 4,32, N -74,55	950
Agua de diosito Conv.	0	100	Café dentro del cultivo	W 4,31, N -74,54	1130
Buenos Aires Org.	8	5	Bosque	W 4,36, N -74,52	1170
Buenos Aires Conv.	2	15	Bosque	W 4,35, N -74,53	1060
Margaritas Org.	30	10	Cacao Bosque	W 4,35, N -74,54	902
Margaritas Conv	3	100	Cacao	W 4,34, N -74,54	860

Una época que correspondió entre los muestreos al máximo de flores, frutos, y/o hojas nuevas fue considerada como floración, fructificación y/o crecimiento vegetal, respectivamente. Cada fase corresponde con el pico en el número de órganos correspondientes. Una época que correspondió entre los muestreos al mínimo para todos los órganos fue considerada como periodo mínimo. Una época que corresponde a ninguno de lo anterior se determinó que se iba a considerar como indeterminada.

Muestreo de artrópodos

Se instalaron 14 trampas en cada parcela: 4 trampas *pitfall* para artrópodos no voladores, 4 trampas de intercepción para artrópodos aéreos, una red Malaise y 5 trampas de árboles con flores donde se colocó pegamento en la lígula (Figura 2). Las trampas usadas en cada parcela no usan ningún tipo de atrayente y permiten monitorear varios tipos de artrópodos terrestres y voladores (Frimpong et al., 2009; Shi et al., 2022; Sial et al., 2022). Las trampas de intercepción son constituidas láminas en cruz con una superficie total de 0,5 m² (Anexo 1) las cuales se instalaron a una altura de 50 cm del suelo. La red Malaise cuenta con un área de captura de 2,32 m² (Anexo 2). El vaso de la trampa *pitfall* tenía una circunferencia de caída de 38,5 cm².

Se distribuyeron según el modelo presentado en la Figura 3 dejando una distancia entre trampas de 30 m aproximadamente. Para la colecta de los visitantes florales se pintaron las flores con pegamento Bio-Tac (2 mL cada flor, Ecuaquímica, Ecuador) (Figura 2D) (Chumacero de Schawe et al., 2018; Toledo-Hernández et al., 2021; Zegada Herbas et al., 2020), Cada día de muestreo se seleccionaron cinco árboles (o menos si no había suficientes), en los cuales se pintaron hasta 10 flores por árbol con pegamento, distribuidas por todo el individuo. Las flores tratadas fueron marcadas con cinta para facilitar su recolección al día siguiente. Las trampas se instalaron

por 24 horas durante un período de tres días en tres épocas de muestreo correspondiendo a diferentes fases de desarrollo del cacao. Las muestras obtenidas de las trampas, incluyendo las flores, fueron recolectadas en bolsas o frascos con alcohol etílico al 70 %.

Identificación de artrópodos

La taxonomía de los especímenes colectados se realizó a partir de guías y claves taxonómicas (Villet, 2005) hasta familias para los insectos y hasta órdenes para los otros grupos de artrópodos como miriápodos y arácnidos. Se actualizó la información taxonómica haciendo uso de la base de datos disponibles en el National Library of Medicine (NCBI) (Sayers et al., 2021). Adicionalmente se realizó una revisión de literatura (detallada en el Anexo 3: tabla de roles) para identificar el rol trófico de cada familia de artrópodos. Esta revisión se complementó con la búsqueda de artículos que describieran su función ecológica en cultivos de cacao o en otros sistemas agrícolas tropicales similares, y con base en esta información, se les asignó un rol específico.

Análisis estadístico

Se analizaron con GLMs (Modelo Lineal Generalizado) bajo una distribución residual de Poisson los factores de abundancia de los artrópodos para todos los insectos o para cada grupo taxonómicos o cada rol funcional según la fórmula (1). Estos modelos fueron seleccionados debido a la naturaleza discreta y conteo de los datos, permitiendo evaluar el efecto de las variables ambientales y del sistema de manejo sobre la abundancia de los artrópodos.

Abundancia ~ periodo de muestreo, sistema de manejo + fase de desarrollo + tipo de trampa + temperatura promedio + precipitación durante el periodo de muestreo diario (1)



Figura 2. Trampas usadas a nivel de muestreo. A) Trampa Malaise. B) Trampa de intercepción. C) Trampa *pitfall*. D) Trampa de pegamento en flores.

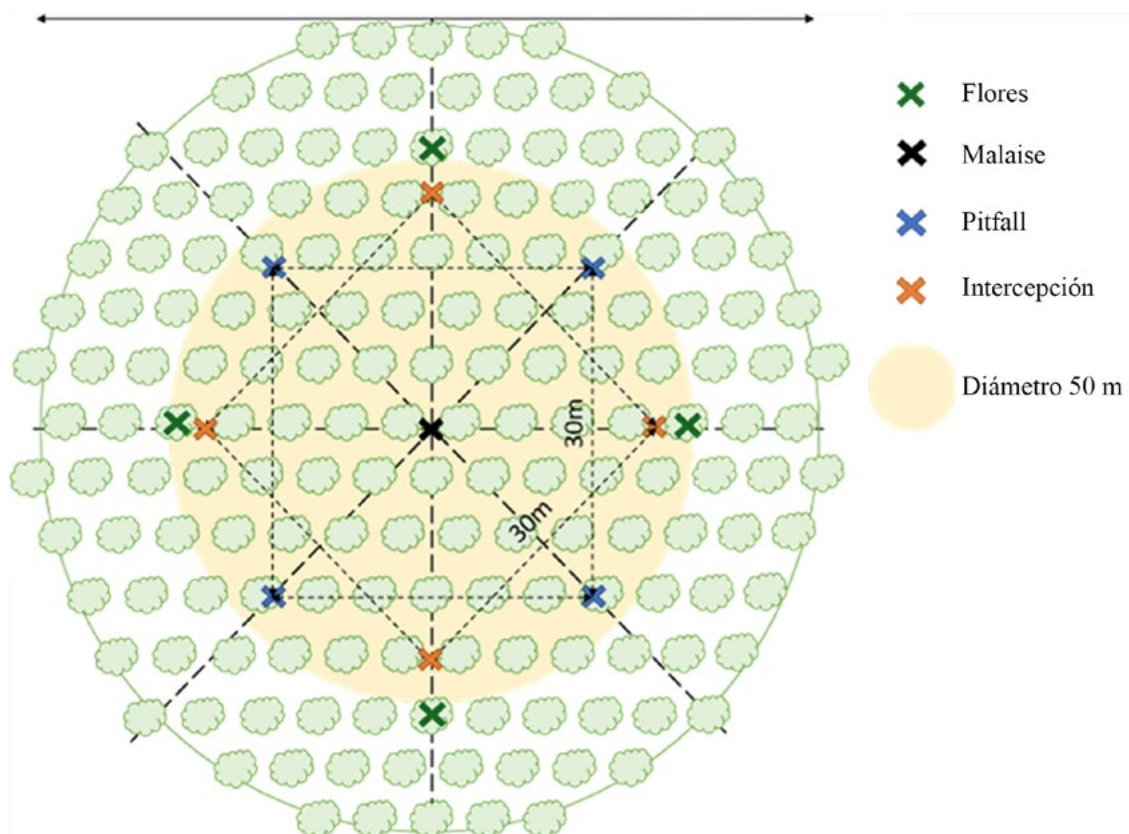


Figura 3. Disposición espacial de los métodos de muestreo en una parcela circular de 50 m de diámetro. Los árboles marcados con una cruz verde indican los puntos donde se seleccionaron flores y se aplicó pegamento para capturar insectos visitantes. Las cruces negras corresponden a trampas *Malaise* para insectos voladores, las cruces azules indican *pitfall* para artrópodos caminadores, y las cruces naranjas representan trampas de *intercepción*. El área sombreada representa la parcela de muestreo, y el cuadrado interior de 30 m por lado delimita una subárea de referencia para la colocación sistemática de las trampas a una misma distancia (Forbes & Northfield, 2017).

Los datos de temperatura y precipitación por hora en los sitios de muestreo fueron extraídos de capas raster de predicción del Instituto Meteorológico Nacional Colombiano (IDEAM) de resolución 1 km. Se calculó el promedio de los valores registrados por hora durante las 24 h del muestreo. La precipitación acumulada diaria se determinó sumando los valores de precipitación registrados en cada hora a lo largo de las 24 horas del día. Este cálculo se realizó de manera independiente para cada uno de los tres días de muestreo. Este GLM se usó para determinar cómo varían los roles ecológicos de acuerdo con las fases del cultivo medidas.

El balance entre funciones se analizó con un GLM de distribución residual binomial. La variable binomial dependiente agrupó por un lado a los insectos beneficiosos (visitantes florales + descomponedores + parasitoides + depredadores) y a las fitófagas por otro lado. Se evaluaron con un GLM de distribución residual binomial los factores anteriores (fórmula 1).

Se empleó el Índice Inverso de Simpson (Thukral, 2017) como una medida de la diversidad en las comunidades analizadas. Este índice proporciona un valor que representa el número efectivo de tipos taxonómicos presentes, independientemente de la intensidad de muestreo, lo que facilita comparaciones entre diferentes trampas y sitios de estudio. Un valor mínimo de 1 denota una comunidad con una sola especie, mientras que valores más altos, indican una mayor diversidad, llegando al máximo cuando se alcanza la riqueza total en la comunidad. Adicionalmente, se generaron curvas de rango-abundancia para describir la heterogeneidad de abundancia de los grupos en las parcelas. Los análisis estadísticos se realizaron con el programa R (R Core Team, 2023). Se usó el paquete Vegan para los análisis de diversidad (Oksanen et al., 2022).

Resultados

Durante las tres épocas de muestreo, se recolectaron e identificaron un total de 15,310 individuos pertenecientes a 28 órdenes de artrópodos. De estos, se registraron 17 órdenes y 273 familias de insectos. Dentro de la diversidad encontrada se hallaron órdenes pertenecientes a insectos, arácnidos y crustáceos. Los cinco órdenes más abundantes fueron Coleoptera, Collembola, Diptera, Hemiptera e Hymenoptera (Figura 4).

Las familias se distribuyeron en 5 roles ecológicos (visitantes florales, depredadores, descomponedores, parasitoides y fitófagos) que se agruparon en 15 categorías teniendo en cuenta que una sola familia puede presentar múltiples roles (roles mixtos) (Figura 5). Los fitófagos fueron el grupo más abundante, representando el 32,93 % del total (Figura 5A). La familia Curculionidae (a la cual pertenece) fue la más abundante (70,46 %). En orden descendente de abundancia continúan los descomponedores con un 16,08 % (Figura 5C) y su mayor representante Collembola (80,22 %). Sigue un grupo funcional con roles múltiples, los depredadores/visitantes florales que representaron un 13,21 % de la abundancia total con su mayor representante Formicidae (89,86 %). Los visitantes florales/fitófagos representan un 12,20 % (Figura 5G) y su mayor representante es Aphididae (54,07 %). Los depredadores representan el 9,12 % (Figura 5E) y su mayor representante es Staphylinidae (51,68 %). Los visitantes florales representan un 6,62 % (Figura 5J) y su mayor representante Cecidomyiidae (30,57 %). Los polinizadores y descomponedores representan un 5,03 % (Figura 5I) y su mayor representante es Nitidulidae (99,1 %). Los parasitoides representan un 2,33 % (Figura 5B) y su mayor representante es Heterothripidae. (14,84 %). Los polinizadores y parasitoides representan un 0,78 % (Figura 5H) y su mayor representante Braconidae (60 %). Los descomponedores y fitófagos representan un 0,76 % (Figura 5L) y su mayor representante es Cucujidae (88,03 %). Los fitófagos y depredadores representan un 0,44 % (Figura 5K) y su mayor representante es Delphacidae (72,06 %). Los depredadores y descomponedores representan un 0,32 % (Figura 5D) y su mayor representante es Carabidae (79,59 %). No se presentaron roles de menor importancia, aquellos con menos de 10 individuos representados en total.

Determinación de fase de desarrollo de cacao

Se hizo un análisis estadístico para la determinación de las fases entre las diferentes parcelas (GLM, valor $p > 0,05$). Se observó que no hay una tendencia marcada entre las parcelas en cuanto a número de órganos por lo que se mantuvo la clasificación de acuerdo con el máximo observado en la Figura 6a. En el primer muestreo se observó un máximo de

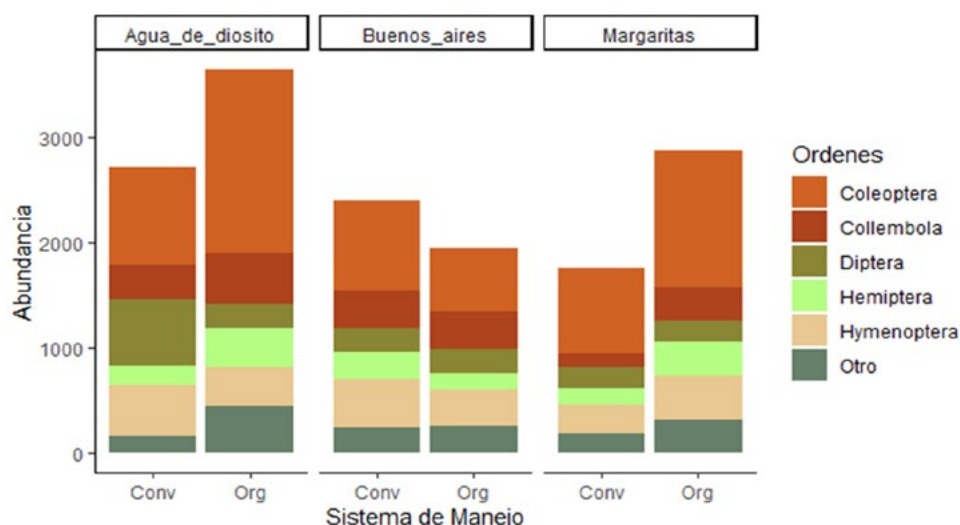


Figura 4. Número de insectos colectados de los cinco órdenes más abundantes según el sistema de producción de cacao Convencional (Conv) y Orgánico (Org) en las 3 localidades estudiadas.

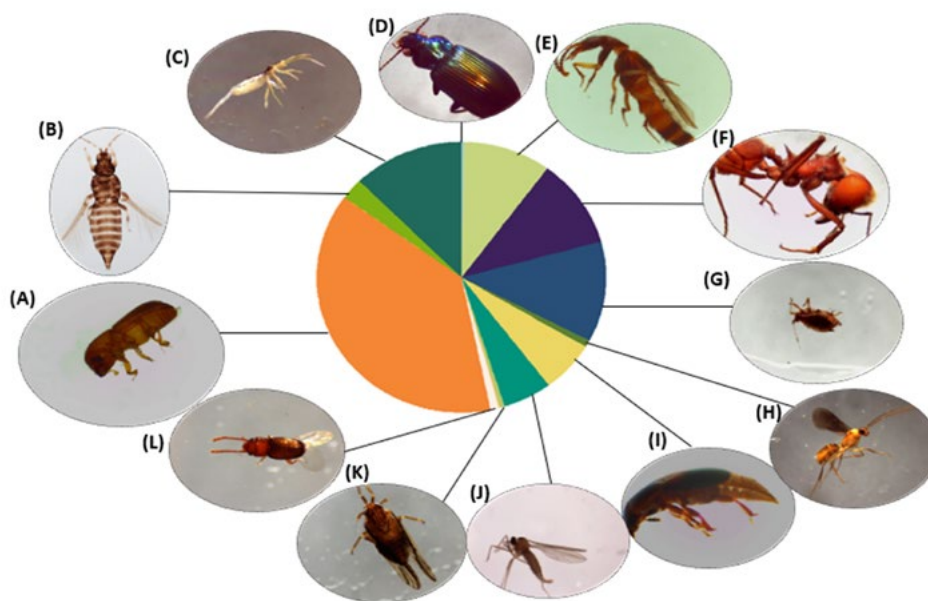


Figura 5. Abundancia de los roles funcionales y taxón mayor representante por cada uno. (A) fitófagos (Curculionidae). (B) Parasitoides (Heterothripidae). (C) Descomponedores (Collembola). (D) Depredadores y descomponedores (Carabidae). (E) Depredadores (Staphylinidae). (F) Depredadores y polinizadores (Formicidae). (G) Polinizadores y fitófagos (Aphididae). (H) Polinizadores y parasitoides (Braconidae). (I) Polinizadores y descomponedores (Nitidulidae). (J) Polinizadores (Cecidomyiidae). (K) fitófagos y predadores (Delphacidae). (L) Descomponedores y fitófagos (Cucujidae). No se presentaron roles de menor importancia, aquellos con menos de 10 individuos representantes en total.

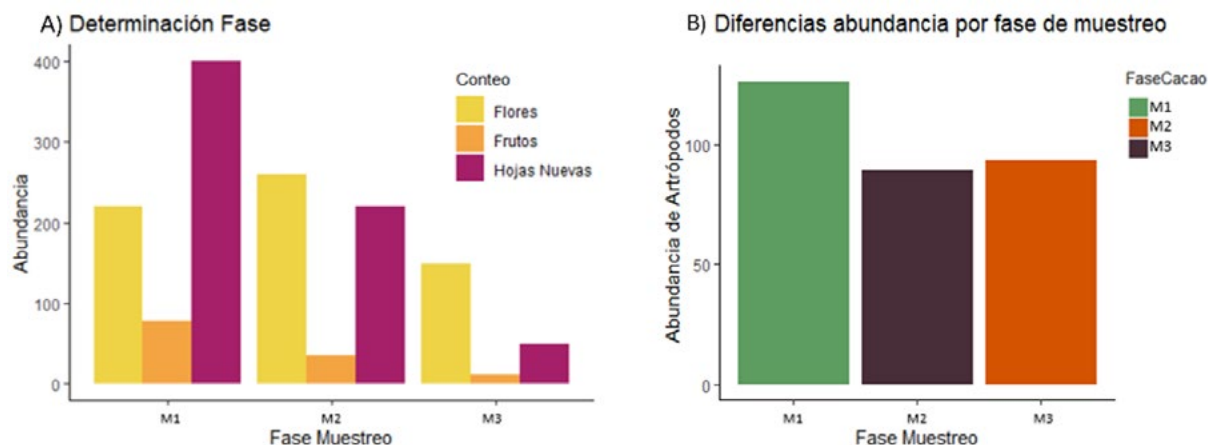


Figura 6. A) Resultado análisis cualitativo para la determinación de fase del cultivo de acuerdo con el conteo de flores, frutos y hojas nuevas colectados en el muestreo. B) Abundancia de artrópodos en diferentes fases de muestreo realizados. Se comparan las fases M1, M2 y M3, representadas con colores distintivos. Las diferencias fueron evaluadas mediante un modelo lineal generalizado (GLM) con distribución de Poisson, considerando como predictores el sistema de manejo, la fase de muestreo, la temperatura promedio y la precipitación.

hojas y frutos (etapa de mayor fructificación y ramificación) en el segundo muestreo un máximo de flores (etapa de mayor floración). Y en el tercer muestreo todos los órganos se observaron en un número mínimo (periodo mínimo para todos los órganos) (Figura 6a). La abundancia de artrópodos por cada fase de muestreo se presenta en la Figura 6B.

Efectos en la abundancia de artrópodos

Efecto de la fase de muestreo

Se encontró una mayor abundancia de artrópodos durante la fase de muestreo M1 correspondiente al periodo de ramificación y fructificación (Tabla 2). En el primer muestreo, periodo de mayor ramificación y fructificación se evidenció una ma-

yor abundancia de fitófagos, visitantes florales/parasitoides y visitantes florales/fitófagos. En el segundo muestreo, periodo de mayor floración se evidenció una mayor abundancia de los depredadores y de los visitantes florales/descomponedores. En el tercer muestreo, periodo mínimo para todos los órganos, se evidenció una mayor abundancia de los organismos descomponedores, los visitantes florales y los visitantes florales/depredadores (Figura 7).

Efecto del manejo del cultivo

En dos localidades, la abundancia de artrópodos fue mayor en las parcelas orgánicas, mientras que en Buenos Aires fue mayor en las convencionales (Figura 8A y B, Tabla 3).

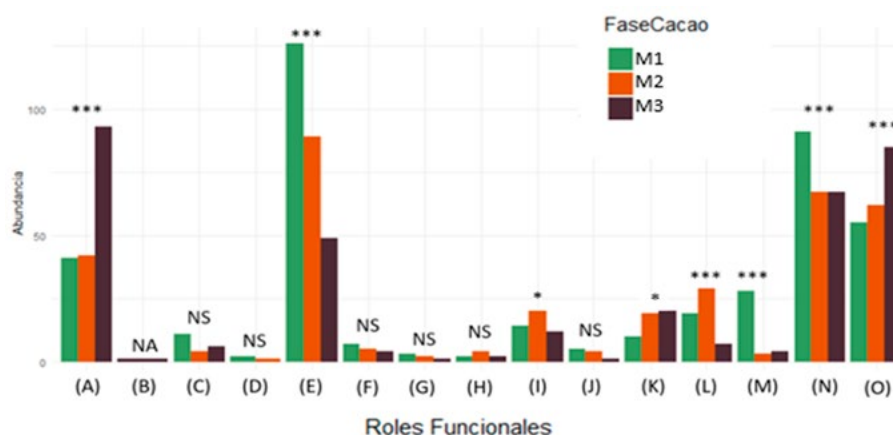


Figura 7. Efecto de la fase del cultivo en la abundancia de artrópodos según su rol ecológico. M1: fase de máxima fructificación y crecimiento vegetal. M2: fase de máxima floración. M3: fase mínima para todos los órganos. NS: no significativo. NA: datos insuficientes. ****: $p < 0,001$, ***: $p < 0,01$, **: $p < 0,05$. (A) Descomponedor valor- $p < 2.2e-16$; (B) Hematófago; (C) Parasitoide; (D) Parasitoide/Descomponedor; (E) Fitófago; (F) Fitófago/Descomponedor; (G) Fitófago/Parasitoide; (H) Fitófago/Depredador; (I) Depredador; (J) Depredador/Descomponedor; (K) Visitante Floral; (L) Visitante Floral/Descomponedor; (M) Visitante Floral/Parasitoide; (N) Visitante Floral/Fitófago valor-; (O) Visitante Floral/Depredador.

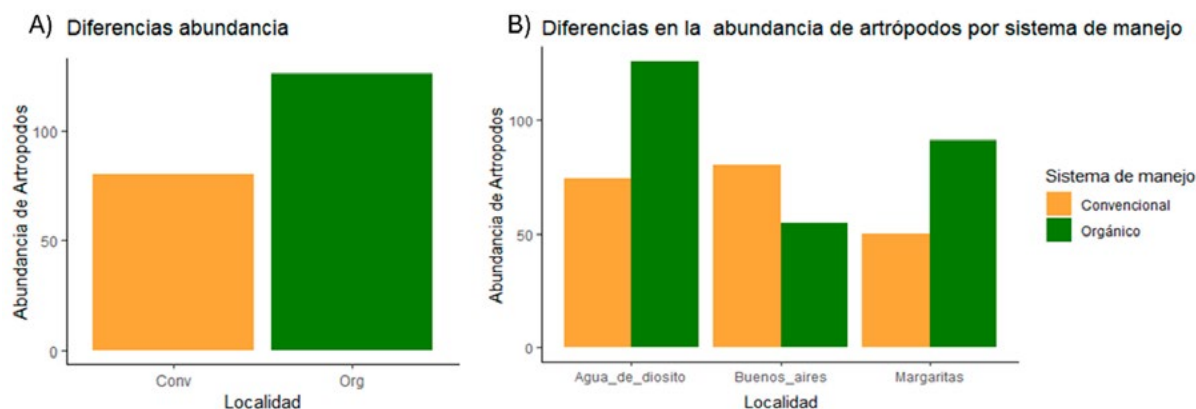


Figura 8. A) Diagrama de barras para evidenciar diferencias en la abundancia de artrópodos por sistema de manejo B) Diagrama de barras para evidenciar diferencias en la abundancia de artrópodos de los sitios estudios por sistema de manejo. Las diferencias fueron evaluadas mediante un modelo lineal generalizado (GLM) con distribución de Poisson, considerando como predictores el sistema de manejo, la temperatura promedio y la precipitación

En la Tabla 3 se presentan los porcentajes de varianza explicada por el modelo de regresión lineal para cada variable en relación con los diferentes roles determinados en nuestro estudio.

Se observó un aumento de la abundancia de los artrópodos en las parcelas orgánicas (Figura 8A). Se determinó un efecto positivo en un tercio de los roles funcionales estudiados. Donde hay una mayor abundancia de los organismos descomponedores, fitófagos, visitantes florales /parasitoides y depredadores y visitantes florales/descomponedores con respecto a las parcelas convencionales (Figura 9). El *glm* binomial agrupando a beneficiosos (visitantes florales, depredadores, descomponedores y parasitoides) versus fitófagos no mostró un efecto significativo del manejo sobre el balance (Tabla 3).

Efectos del clima

En el modelo realizado se encontró que la temperatura y la precipitación tienen en general un efecto negativo significativo en la abundancia de todos los artrópodos, independientemente del rol. Sin embargo, evaluando los roles individualmente los fitófagos, los visitantes florales/fitófagos y los visitantes florales/descomponedores presentaron un efecto positivo al

aumento de la temperatura y la precipitación, mientras que los visitantes florales/depredadores, descomponedores y visitantes florales presentaron un efecto negativo al aumento de estas variables (Tabla 3).

Efectos en la diversidad de artrópodos

Efecto de la fase de muestreo

En la Tabla 3 se presentan los porcentajes de varianza explicada por el modelo de regresión lineal para cada variable en relación con la diversidad de artrópodos medidos a partir del índice inverso de Simpson. No se encontró diferencia significativa de diversidad entre las tres épocas de muestreo.

Efecto del manejo del cultivo

La diversidad de artrópodos no cambia significativamente entre tratamientos. Las curvas de rango de abundancia presentaron una posición desplazada hacia la derecha en los cultivos orgánicos, indicando una mayor abundancia en los sistemas orgánicos de las familias menos abundantes. Sin embargo la pendiente de la curva era similar entre orgánico y convencional (Figura 10).

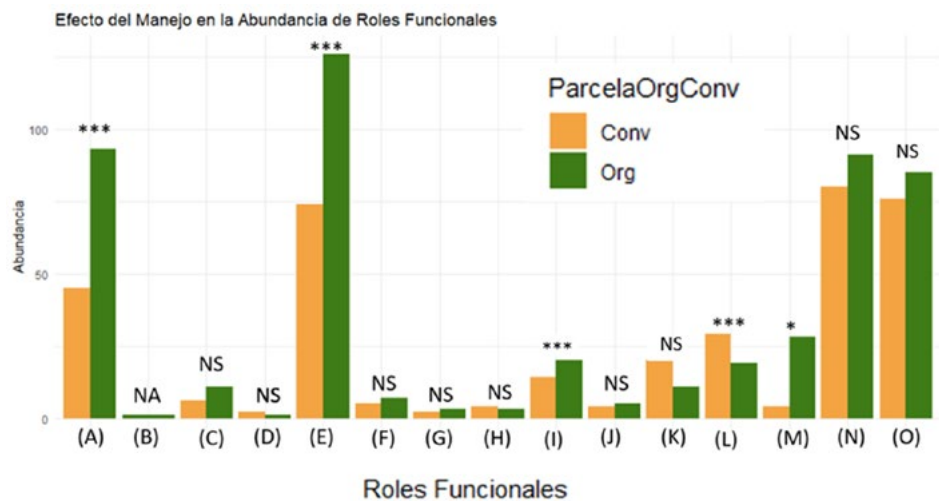


Figura 9. Abundancia de roles funcionales en función del sistema de manejo. Conv: Convencional. Org: orgánico. NS: no significativa. NA datos insuficientes para aplicar el modelo. ‘***’: p<0.001, ‘*’: p<0.05. A) Descomponedor; B) Hematófago; C) Parasitoide; D) Parasitoide/Descomponedor; E) Fitófago; F) Fitófago/Descomponedor; G) Fitófago/Parasitoide; H) Fitófago/Depredador; I) Depredador; J) Depredador/Descomponedor; K) Visitante Floral; L) Visitante Floral/Descomponedor; M) Visitante Floral/Parasitoide; N) Visitante Floral/Fitófago; O) Visitante Floral/Depredador.

Tabla 3. Porcentaje de varianza explicada por cada factor con relación a la abundancia de cada rol funcional.

Rol funcional	Trampa	Localidad	Temperatura	Precipitación	Periodo de muestreo	Manejo
Todos (1)	0,64***	0,95***	(-)0,10***	(-)0,21***	0,13***	(+)0,02*
Negativos vs Beneficiosos (2)	64,44***	9,66***	(+)0,18***	(-)0,26	7,27***	(+)0,18
Fitófago (1)	14,13***	5,42***	(+)2,27***	0,04	0,05***	(+)0,1**
Visitante Floral/Depredador (1)	27,34***	0,25*	(-)2,61***	(-)0,99***	0,35*	(+)0,03
Visitante Floral/Fitófago (1)	26,48***	1,29*	(+)0,15***	(+)0,02***	0,93*	(+)0,32
Visitante Floral (1)	24,77***	0,12	0,6	(-)0,9*	0,77*	(-)0,38
Parasitoide (1)	13,83**	1,98	3,04	1,11	1,42	(+)0,27
Depredador (1)	1,29*	1,51**	0,004	0,02	1,08*	(+) 1,13**
Descomponedor (1)	21,07***	1,87***	(-)0,2**	(-)1,76***	0,87***	(+) 0,78***
Visitante Floral/Parasitoide (1)	23,28***	13,37**	3,55	0,2	13,1**	(+) 11,16**
Depredador/Descomponedor (1)	7,11	2,1	5,4	1,73	21,93	(+) 6,85
Fitófago/Depredador (1)	16,75	2,66	9,78	2,91	5,33	(-) 0,13
Fitófago/Parasitoide (1)	26,53	2,61	28,68	35,33	21,1	(+) 71,36
Fitófago/Descomponedor (1)	0,3	13,78	0,17	1,18	2,83	(+)0,003
Visitante Floral/Descomponedor (1)	4,07***	11,56***	(+)0,66*	0,003	8,53***	(-) 3,98***

Nota. En la Tabla se incluye si la variable tiene un efecto significativo en la abundancia. ‘***’: p < 0,001, ‘***’: p < 0,01, ‘*’: p < 0,05. (1) GLM con distribución de poisson, y log link. (2) GLM con distribución binomial, y link logit; Negativo corresponde a roles que incluyan fitófagos y beneficiosos a roles que incluyan visitantes florales, parasitoides, depredadores y descomponedores. (+) Indica que el efecto de la variable es positivo con respecto a la abundancia. (-) Indica que el efecto de la variable es negativo con respecto a la abundancia.

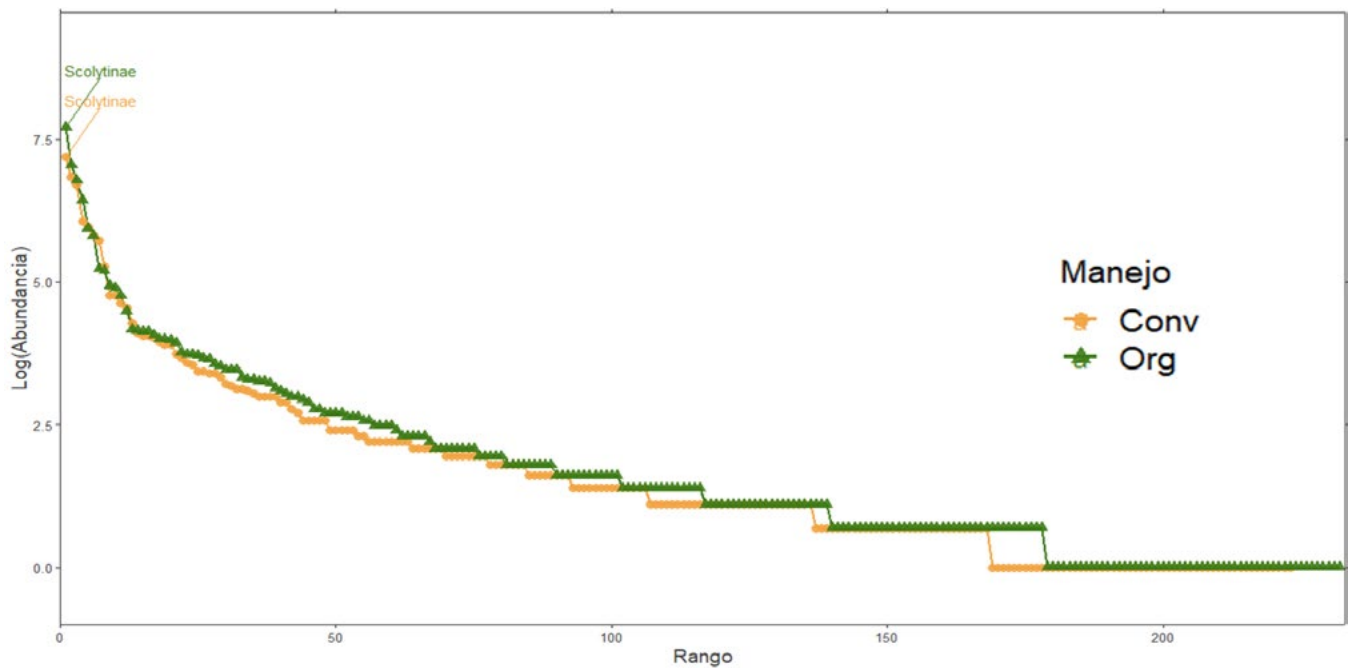


Figura 10. Curvas de rango abundancia de las familias presentes en el cultivo de cacao bajo los sistemas de producción convencional (Conv) y orgánico (Org).

Efecto del clima

En el modelo GML, las variables climáticas de temperatura y precipitación no tuvieron un efecto significativo en la diversidad medida de los artrópodos (Tabla 4).

Discusión

Se observó una mayor abundancia de artrópodos en los cultivos orgánicos que en cultivos convencionales, comprobando la hipótesis de que el cultivo orgánico protege a los insectos en general (Akesse-Ransford et al., 2020). Los artrópodos, en su mayoría, son altamente susceptibles al uso de agroquímicos, y su uso en las parcelas puede perjudicar la biodiversidad del ecosistema (Toledo-Hernández et al., 2021). Al revisar las localidades de forma individual, las parcelas de la localidad Buenos Aires no tuvieron el mismo patrón. En esta localidad el sistema convencional presentó una mayor abundancia de artrópodos que en las parcelas orgánicas. Estas parcelas son las que menos diferencia presentan con los cultivos orgánicos en cuanto a la distancia al bosque y los años sin químicos. Lo anterior hace que las características del paisaje sean muy similares teniendo un impacto semejante sobre la abundancia de los artrópodos como se ha visto en sitios con distancias al bosque similares (Adjaloo et al., 2012).

El efecto significativo observado entre cultivos convencionales y orgánicos sobre la abundancia no se reflejó en diferencias significativas en términos de diversidad. Sugiere que, si el tamaño de las poblaciones es afectado, los límites de tamaño necesarios para la sobrevivencia de las especies

no fueron superados. Esto se puede deber a que las parcelas convencionales no emplean una gran cantidad de pesticidas debido a que la producción se realiza a pequeña escala en lugar de a gran escala a pesar de utilizar fertilizantes químicos (Contreras, 2013). Sobre lo anterior se ha documentado que el impacto de los fertilizantes en la pérdida de diversidad de artrópodos es menor que el generado por los pesticidas (Pras-har & Shah, 2016). En cultivos orgánicos tropicales de caña de azúcar se han encontrado resultados similares donde estas prácticas más sostenibles favorecen la abundancia de artrópodos edáficos (dos Santos et al., 2017).

Ahora bien, la abundancia en relación con los roles presentó diferencias frente al resultado general descrito anteriormente. Sólo se encontraron diferencias significativas en 5 de las 15 categorías descritas en el estudio. Los fitófagos fueron el grupo funcional más abundante con una mayor abundancia en las parcelas orgánicas. Los métodos utilizados en el sistema convencional son enfocados al control de grupos de plagas fitófagas principalmente (Oblitas Quintanilla, 2015) lo cual explica que se encuentran menos. La mayor abundancia de los fitófagos en las parcelas orgánicas puede también deberse a que estaban más cerca al bosque que las parcelas convencionales. Rice y Greenberg (2000) también observaron una mayor abundancia de insectos, incluidos los fitófagos en los cultivos de cacao cercanos al bosque.

Por otro lado, se observó una mayor abundancia de descomponedores, visitantes florales/parasitoides y depredadores en las parcelas orgánicas. Mientras que en las parcelas convencionales hay mayor abundancia solo de visitantes florales/

Tabla 4. Porcentaje de varianza explicada por cada factor con relación a la diversidad de artrópodos (índice inverso de Simpson) en el cultivo. Adicionalmente, se incluye si la variable tiene un efecto significativo en la abundancia. ‘****’: $p < 0,001$, ‘***’: $p < 0,01$, ‘*’: $p < 0,05$. (1) GLM con distribución gaussiana.

	Trampa	Localidad	Temperatura	Precipitación	Fase	Manejo
Todos los Roles (1)	22,68****	2,17	0,04	0,14	0,2	0,93

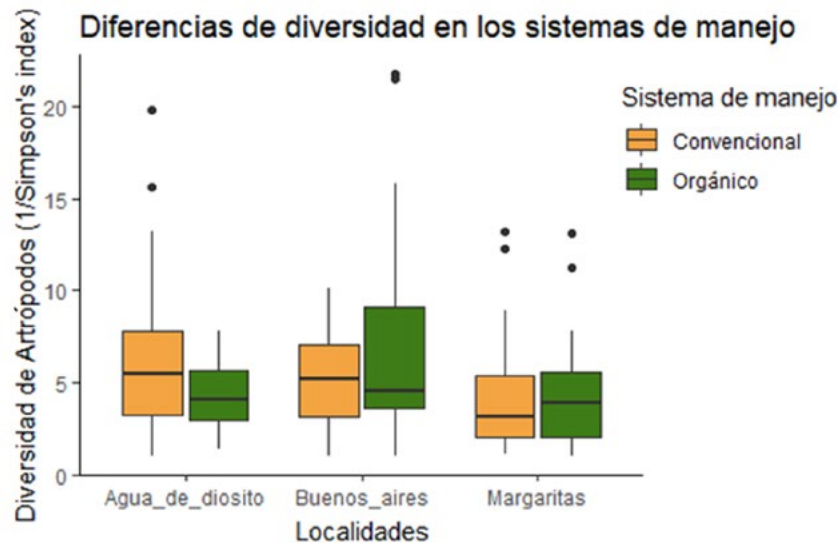


Figura 11. Diagrama de cajas para evidenciar diferencias en la diversidad de artrópodos en los sitios de estudio por sistema de manejo. Las diferencias fueron evaluadas mediante un modelo lineal generalizado (GLM) con distribución de Gaussiana, considerando como predictores el sistema de manejo, la temperatura promedio y la precipitación.

descomponedores. A partir de este análisis, es posible determinar que hay una mayor cantidad de roles beneficiosos en el cultivo orgánico, lo cual termina favoreciendo los servicios ecosistémicos ofrecidos por estos organismos como el biocontrol de fitófagos, la polinización de las flores o la disponibilidad de nutrientes en el suelo que trae como consecuencia un aumento en la productividad de los cultivos (Getanjaly et al., 2015; Salazar-Díaz & Torres-Coto, 2017).

Con respecto del análisis binomial realizado del número de insectos beneficiosos o negativos, el balance entre plagas y benéficos no fue significativamente afectado. El aumento en la abundancia de fitófagos en un ecosistema aumenta la aparición de enemigos naturales de éstas (Dewi et al., 2020; González et al., 2021). Dependiendo del costo de los pesticidas, este balance entre plagas y benéficos puede generar un beneficio directo al productor (Saunders et al., 2016). En el caso de los cultivos de arroz las prácticas orgánicas favorecen la presencia de enemigos naturales que pueden tener un impacto en el control de plagas fitófagas (Yunus et al., 2022).

En el primer periodo (máximo de frutos y ramas nuevas), se encontró mayor abundancia de fitófagos, visitantes florales/fitófagos y visitantes florales/parasitoides. Entonces, la producción de frutos y de hojas nuevas, están relacionadas con un aumento de insectos fitófagos de frutos y hojas, visitantes florales y parasitoides debido a acoplamientos fenológicos (Toledo-Hernández et al., 2021; Yee et al., 2001).

Durante el segundo periodo se estableció la etapa de floración del cultivo, donde los roles más abundantes fueron los depredadores y los visitantes florales/descomponedores. El pico de floración es un recurso importante debido a la corta vida y renovación de las flores (Aneja et al., 1999). El aumento de los visitantes florales se explica por el aumento de este recurso alimenticio (Zegada Herbas et al., 2020). La renovación de las flores produce también una mayor cantidad de material vegetal en descomposición, creando condiciones favorables para los descomponedores (Bai, 2022). Finalmente, el aumento de los recursos vegetales proporcionados por

las flores puede aumentar en la cascada trófica los niveles de depredadores (Van Rijn et al., 2002).

Durante el tercer periodo mínimo para el número de flores, brotes de hojas y frutos, debido a condiciones climáticas adversas que limitan el desarrollo del cultivo (Asitoakor et al., 2022), se observó abundancia mínima en la mayoría de los grupos, menos los descomponedores y los visitantes floral/depredador reflejando la complejidad de los efectos. Algunas funciones ecológicas pueden responder con desfase temporal, de modo que un aumento en la disponibilidad de recursos, como materia orgánica, puede generar un incremento en la reproducción, cuyos efectos se evidencian semanas después, reflejando la complejidad en la dinámica de los ecosistemas (Blasius et al., 2019).

En las curvas de rango-abundancia, las parcelas orgánicas se desplazan a la derecha. Esto indica que, las familias de insectos menos presentes en el estudio, tienen una mayor abundancia en las parcelas orgánicas. Por esta razón, el sistema de manejo orgánico, a largo plazo, podría favorecer el incremento en la abundancia de ciertos grupos que suelen verse amenazados en sistemas convencionales, convirtiendo estos cultivos en refugios para su conservación (Scialabba, 2003).

En ambas parcelas, se destaca la familia Curculionidae donde se lograron identificar una gran cantidad de individuos pertenecientes a la subfamilia Scolytinae. Los escolítidos suelen estar asociados a cultivos arbóreos y algunos de ellos tienen importancia económica debido a sus hábitos de perforación del tejido vegetal, lo que puede causar daños significativos al cultivo. Se ha informado que son plagas importantes en los cultivos de cacao (Bernal Zuluaga, 2021).

Se encontró un efecto negativo del aumento de temperatura y de precipitación en la abundancia de los artrópodos en general. La precipitación y la temperatura pueden generar cambios en las abundancias de diferentes grupos de insectos, tanto a nivel micro climático como macro climático (Asitoakor et al., 2022; Beirne, 1970). Pero el efecto de la temperatura fue positivo para los fitófagos, los visitantes florales/fitófagos y los visitantes florales/descomponedores.

El aumento en las temperaturas puede aumentar el metabolismo de los insectos herbívoros y las defensas de las plantas (Skendžić et al., 2021). Para los visitantes florales/fitófagos y los visitantes florales/descomponedores se ha observado en la literatura efectividad y capacidad reproductiva relacionado con este aumento (Forrest & Chisholm, 2017).

El efecto de las precipitaciones es negativo en general para los visitantes florales, depredadores y descomponedores. Las precipitaciones pueden reducir la efectividad de forrajeo de los depredadores (Skendžić et al., 2021). La susceptibilidad a la lluvia es una observación común en los visitantes florales (Forrest & Chisholm, 2017). En los descomponedores se ha observado que aumentan sus poblaciones cuando disminuyen las precipitaciones ya que las lluvias intensas los pueden arrastrar del suelo junto con los nutrientes de los que se alimentan (Skendžić et al., 2021). Además, en temporadas más secas estos organismos aumentan su actividad como descomponedores debido al aumento en la tasa de descomposición de materia orgánica disponible en el suelo (Sünnemann et al., 2021).

En consecuencia, en escenarios futuros donde se espera un aumento en los valores promedio de temperatura y precipitación en la región Andina en Colombia (Gonzalez et al., 2021) el efecto negativo observado de las temperaturas y de las precipitaciones sobre los artrópodos en general y positivo sobre los fitófagos confronta la hipótesis que el cambio climático pueda tener impacto adverso sobre los servicios ecosistémicos proporcionados por los insectos en el cacao.

Conclusiones

Los sistemas orgánicos exhibieron una mayor abundancia de artrópodos. No obstante, la diversidad de artrópodos relacionados con el cultivo de cacao no evidenció diferencias significativas entre los sistemas de producción convencional y orgánico, ya que el manejo aplicado a ambos es muy similar, especialmente a pequeña escala, lo que podría no ser suficiente para afectar la biodiversidad. La principal diferencia radica en la capacidad de certificarse, pero no en el manejo aplicado.

Respecto a los roles funcionales de los artrópodos, se evidencian diferencias asociadas al manejo del cultivo. A pesar de la mayor presencia de fitófagos en los cultivos orgánicos, se observa un equilibrio compensatorio con un incremento en la presencia de roles benéficos como depredadores, descomponedores y visitantes florales. Este equilibrio contribuye a la protección del agroecosistema. El presente estudio sugiere que, en Colombia, el manejo convencional a pequeña escala tiene efectos similares sobre la biodiversidad de insectos en comparación con el sistema orgánico. Esto se debe a que, en su mayoría, el sistema convencional de pequeña escala está manejado por agricultores con recursos limitados que no utilizan maquinaria ni productos industriales. Dado que no se encontraron diferencias en la diversidad, se puede inferir que, en estos sistemas a pequeña escala como los de Nilo, el tipo de manejo influye más en la abundancia de los organismos que en su diversidad. Sin embargo, es importante repetir el estudio con productores a mayor escala para confirmar estos resultados. Además, resulta relevante considerar que cambios en las precipitaciones y en la temperatura pueden incidir en los servicios ecosistémicos proporcionados por los insectos, teniendo como consecuencia el incremento de la presencia de fitófagos por aumento de temperatura y disminuir la eficiencia de los polinizadores y descomponedores en el caso

de la precipitación. En este sentido, es esencial profundizar en investigaciones que evalúen tanto el macro clima como el microclima del cultivo, para evaluar el balance entre grupos funcionales. Asimismo, este estudio brinda la oportunidad de ampliar el entendimiento sobre las dinámicas de los artrópodos dentro del cultivo de cacao y las implicaciones de los cultivos a pequeñas escalas sobre la biodiversidad de entomofauna asociada.

Por último, es importante reconocer algunas limitaciones de este estudio. Primero, el tiempo de muestreo puede no haber capturado completamente las variaciones estacionales de las comunidades de artrópodos, lo que podría influir en la interpretación de los datos. Segundo, aunque se observó una relación entre el manejo del cultivo y la abundancia de ciertos grupos funcionales, otros factores como la heterogeneidad del paisaje, la disponibilidad de recursos alternativos y la variabilidad climática a nivel microambiental podrían influir en las tendencias observadas. Finalmente, la identificación taxonómica de los insectos hasta nivel de familia puede limitar la precisión de los resultados en términos de interacciones ecológicas específicas. Considerando estas limitaciones, futuras investigaciones podrían incluir períodos de muestreo más prolongados, análisis a niveles taxonómicos más finos y la integración de modelos predictivos que permitan evaluar mejor los efectos del cambio climático en estas comunidades.

El incremento de las precipitaciones puede afectar la actividad de los visitantes florales y depredadores generando declives en las poblaciones de estos (Skendžić et al., 2021). Lo mismo se puede esperar de los organismos descomponedores (Sünnemann et al., 2021), afectando los servicios ecosistémicos de los que el cultivo del cacao se beneficia para mejorar su producción. No obstante, a partir de los datos actuales, resulta difícil prever cómo se equilibran los roles positivos y negativos en el cultivo. Por lo tanto, se hace imprescindible llevar a cabo más investigaciones sobre las interacciones de los roles funcionales en relación con las variables climáticas. Estos estudios adicionales podrían ayudar a comprender si, en el futuro, la productividad de este cultivo podría disminuir debido a la reducción de los artrópodos.

Referencias

- Abbott, P. C., Benjamin, T. J., Burniske, G. R., Croft, M. M., Fenton, M., Kelly, C. R., Lundy, M., Rodríguez Camayo, F., & Wilcox, M. D. (2017). *An analysis of the supply chain of cacao in Colombia*. United States Agency for International Development.
- Adjaloo, M. K., Oduro, W., & Mochiah, M. B. (2012). Spatial distribution of insect assemblage in cocoa farms in relation to natural forest. *Journal of Applied Biosciences*, 54, 3870-3879.
- Akese-Ransford, G., Owusu, E. O., Kyerematen, R., & Adu-Acheampong, S. (2020). Arthropod diversity of cocoa farms under two management systems in the Eastern and Central regions of Ghana. *Agroforestry Systems*, 95(5), 791-803. <https://doi.org/10.1007/s10457-020-00568-5>
- Amado Sierra, J. D. (2021). *Propuesta para el mejoramiento de los procesos logísticos en el cultivo e industrialización del cacao de la asociación cacaotera "PROASOAGRO" en el municipio de Nilo, Cundinamarca*. [Tesis doctoral, Universidad Piloto de Colombia, Bogotá, Colombia]. <https://repository.unipiloto.edu.co/handle/20.500.12277/10451>
- Aneja, M., Gianfagna, T., & Ng, E. (1999). The roles of abscisic acid and ethylene in the abscission and senescence of cocoa flowers. *Plant Growth Regulation*, 27(3), 149-155. <https://doi.org/10.1023/A:1006153502897>

- Asitoakor, B. K., Asare, R., Ræbild, A., Ravn, H. P., Eziah, V. Y., Owusu, K., ... & Vaast, P. (2022). Influences of climate variability on cocoa health and productivity in agroforestry systems in Ghana. *Agricultural and Forest Meteorology*, 327, 109199. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2022.109199>
- Bai, S. H., Gallart, M., Singh, K., Hannet, G., Komolong, B., Yinil, D., Field, D. J., Muqaddas, B., & Wallace, H. M. (2022). Leaf litter species affects decomposition rate and nutrient release in a cocoa plantation. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 324, 107705. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2021.107705>
- Beirne, B. P. (1970). Effects of precipitation on crop insects. *The Canadian Entomologist*, 102(11), 1360-1373. <https://doi.org/10.4039/Ent1021360-11>
- Bernal Zuluaga, J. T. (2021). *Evaluación de la diversidad de géneros de escolitinos (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) asociados al agrosistema de cacao (Theobroma cacao L.) en Victoria-Caldas*. [Tesis doctoral, Universidad Piloto de Colombia, Bogotá, Colombia]. <https://repositorio.ucaldas.edu.co/handle/ucaldas/17190>
- Blasius, B., Rudolf, L., Weithoff, G., Gaedke, U. & Fussmann G. (2020). Long-term cyclic persistence in an experimental predator-prey system. *Nature*, 577, 226-230. <https://doi.org/10.1038/s41586-019-1857-0>
- Carpio, M. J., Sánchez-Martín, M. J., Rodríguez-Cruz, M. S., & Marín-Benito, J. M. (2021). Effect of organic residues on pesticide behavior in soils: a review of laboratory research. *Environments*, 8(4), 32. <https://doi.org/10.3390/environments8040032>
- Chumacero de Schawe, C., Kessler, M., Hensen, I., & Tschamtk, T. (2018). Abundance and diversity of flower visitors on wild and cultivated cacao (*Theobroma cacao* L.) in Bolivia. *Agroforestry Systems*, 92(1), 117-125. <http://dx.doi.org/10.1007/s10457-016-0019-8>
- Contreras, D. O. (2013). Medición de la competitividad de los productores de cacao en una región de Santander – Colombia. *Revista Lebre*, 5, 243-267. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5983196.pdf>
- Dankyi, E., Gordon, C., Carboo, D., & Fomsgaard, I. S. (2014). Quantification of neonicotinoid insecticide residues in soils from cocoa plantations using a QuEChERS extraction procedure and LC-MS/MS. *Science of the Total Environment*, 499, 276-283. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2014.08.051>
- Dewi, V., Nurariaty, A., & Tuwo, M. (2020). Arthropoda diversity in organic cocoa farming in Bantaeng District. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 486(1), 012164. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/486/1/012164>
- dos Santos, L. A. O., Naranjo-Guevara, N., & Fernandes, O. A. (2017). Diversity and abundance of edaphic arthropods associated with conventional and organic sugarcane crops in Brazil. *Florida Entomologist*, 100(1), 134-144. <https://doi.org/10.1653/024.100.0119>
- Forbes, S. J., & Northfield, T. D. (2017). Increased pollinator habitat enhances cacao fruit set and predator conservation. *Ecological Applications*, 27(3), 887-899. <https://doi.org/10.1002/eap.1491>
- Forrest, J. R., & Chisholm, S. P. (2017). Direct benefits and indirect costs of warm temperatures for high-elevation populations of a solitary bee. *Ecology*, 98(2), 359-369. <https://doi.org/10.1002/ecy.1655>
- Frimpong, E., Gordon, I., Kwapong, P., & Gemmill-Herren, B. (2009). Dynamics of cocoa pollination: tools and applications for surveying and monitoring cocoa pollinators. *International Journal of Tropical Insect Science*, 29(2), 62-69. <https://doi.org/10.1017/S1742758409990117>
- Garay-Crisanto, D. A., Sotomayor-Chavez, A., Alarcón-Iman, G., Hermoza, G., & Iannaccone, J. (2022). Toxicity of conventional pesticides on the ecosystem services of terrestrial arthropod fauna in cocoa (*Theobroma cacao*) cultivation in San Martín, Peru. *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*, 81(4), 8-20. <https://doi.org/10.25085/rsea.810402>
- Getanjaly, V. L. R., Sharma, P., & Kushwaha, R. (2015). Beneficial Insects and their value to agriculture getanjaly. *Research Journal of Agriculture and Forestry Sciences*, 3(5), 25-30. https://www.isca.me/AGRI_FORESTRY/Archive/v3/i5/5.IS-CA-RJAFS-2015-012.pdf
- Gonzalez, V. H., Cobos, M. E., Jaramillo, J., & Ospina, R. (2021). Climate change will reduce the potential distribution ranges of Colombia's most valuable pollinators. *Perspectives in Ecology and Conservation*, 19(2), 195-206. <https://doi.org/10.1016/j.pecon.2021.02.010>
- González-Orozco, C. E., Galán, A. A. S., Ramos, P. E., & Yockteng, R. (2020). Exploring the diversity and distribution of crop wild relatives of cacao (*Theobroma cacao* L.) in Colombia. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 67(8), 2071-2085. <https://doi.org/10.1007/s10722-020-00960-1>
- Harvey, J. A., Tougeron, K., Gols, R., Heinen, R., Abarca, M., Abram, P. K., Basset, Y., Berg, M., Boggs, C., Brodeur, J., Cardoso, P., de Boer, J. G., De Snoo, G. R., Deacon, C., Dell, J. E., Desneux, N., Dillon, M. E., Duffy, G. A., Dyer, L. A., ... Chown, S. L. (2023). Scientists' warning on climate change and insects. *Ecological Monographs*, 93(1), e1553. <https://doi.org/10.1002/ecm.1553>
- Jones, A. G., Hoover, K., Pearsons, K., Tooker, J. F., & Felton, G. W. (2020). Potential Impacts of Translocation of Neonicotinoid Insecticides to Cotton (*Gossypium hirsutum* (Malvales: Malvaceae)) Extrafloral Nectar on Parasitoids. *Environmental Entomology*, 49(1), 159-168. <https://doi.org/10.1093/ee/nvz157>
- Merle, I., Hipólito, J., & Requier, F. (2022). Towards integrated pest and pollinator management in tropical crops. *Current Opinion in Insect Science*, 50, 100866. <https://doi.org/10.1016/j.cois.2021.12.006>
- Moreno Trujillo, G. M. (2021). Estado del arte: análisis del impacto de la logística verde en los procesos productivos y de exportación del cacao proveniente de los cultivos de paz en Colombia. [Tesis de especialización, Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá, Colombia]. <http://hdl.handle.net/10654/40071>
- Nair, K. P. (2021). Tree crops. Harvesting Cash from the World's Important Cash Crops, 1st ed. (pp. 153-213). Springer Nature: Cham, Switzerland. <https://books.google.co.nz/books?id=tWoOEAAQBAJ>
- Oblitas Quintanilla, J. D. (2015). Producción orgánica de cacao (*Theobroma cacao*) en el valle del río Apurímac, Ene y Mantaro (VRAEM). [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria la Molina, Lima, Perú]. <https://hdl.handle.net/20.500.12996/2079>
- Oksanen, J., Simpson, G., Blanchet, F., Kindt, R., Legendre, P., Minchin, P., O'Hara, R., Solymos, P., Stevens, M., Szöcs, E., Wagner, H., Barbour, M., Bedward, M., Bolker, B., Borcard, D., Carvalho, G., Chirico, M., De Caceres, M., Durand, S., Evangelista, H., FitzJohn, R., Friendly, M., Furneaux, B., Hannigan, G., Hill, M., Lahti, L., McGlinn, D., Ouellette, M., Ribeiro-Cunha, E., Smith, T., Stier, A., Ter-Braak, C., Weedon, J. (2022). 10.32614/CRAN.package.vegan
- Pasaru, F., Anshary, A., Saleh, S., Yunus, M., & Nasir, B. (2021). Diversity of arthropods and decreased seed weight for various cocoa plantation systems. *Songklanakarin Journal of Science & Technology*, 43(2), 414-442.
- Prashar, P., & Shah, S. (2016). Impact of fertilizers and pesticides on soil microflora in agriculture, Sustainable agriculture reviews. En E. Lichtfouse (Ed.), *Sustainable Agriculture Reviews book Series* (SARV, volume 19, pp. 331-361). Springer, Cham, Suiza.
- R Core Team (2023). R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/>
- Rice, R. A., & Greenberg, R. (2000). Cacao cultivation and the conservation of biological diversity. *AMBIO: A Journal of the Human Environment*, 29(3), 167-173. <https://doi.org/10.1579/0044-7447-29.3.167>
- Ríos-Moyano, D. K., Rodríguez-Cruz, F. A., Salazar-Peña, J. A., & Ramírez-Godoy, A. (2023). Factores asociados a la polinización

- del cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.). *Agronomía Mesoamericana*, 34(3). <https://doi.org/10.15517/am.2023.52280>
- Romero Vergel, A. P., Camargo Rodríguez, A. V., Ramirez, O. D., Arenas Velilla, P. A., & Gallego, A. M. (2022). A crop modelling strategy to improve cacao quality and productivity. *Plants*, 11(2), 157. <https://doi.org/10.3390/plants11020157>
- Saaristo, M., Brodin, T., Balshine, S., Bertram, M. G., Brooks, B. W., Ehlman, S. M., McCallum, E. S., Sih, A., Sundin, J., Wong, B. B., et al. (2018). Direct and indirect effects of chemical contaminants on the behaviour, ecology and evolution of wildlife. *Proceedings of the Royal Society B*, 285(1885), 20181297. <https://doi.org/10.1098/rspb.2018.1297>
- Salazar-Díaz, R., & Torres-Coto, V. (2017). Estudio de la dinámica de polinizadores del cultivo de cacao (*Theobroma cacao*) en tres sistemas de producción. *Revista Tecnología en Marcha*, 30(1), 90-100. https://revistas.tec.ac.cr/index.php/tec_marcha/article/view/3088
- Saunders, M. E., Peisley, R. K., Rader, R., & Luck, G. W. (2016). Pollinators, pests, and predators: Recognizing ecological trade-offs in agroecosystems. *Ambio*, 45, 4-14. <https://doi.org/10.1007/s13280-015-0696-y>
- Sayers, E. W., Beck, J., Bolton, E. E., Bourexis, D., Brister, J. R., Canese, K., Comeau, D. C., Funk, K., Kim, S., Klimke, W., et al. (2021). Database resources of the national center for biotechnology information. *Nucleic Acids Research*, 49(D1), D10-D17. <https://doi.org/10.1093/nar/gkaa892>
- Scialabba, N. (2003). Organic Agriculture: The challenge of sustaining food production while enhancing biodiversity. En *Sub-Group Meeting on Wildlife, Biodiversity and Organic Agriculture* (pp. 15-16). Ankara, Turquía.
- Shi, X., Fu, D., Xiao, H., Hodgson, J. A., Yan, D., & Zou, Y. (2022). Comparison between window traps and pan traps in monitoring flower-visiting insects in agricultural fields. *Bulletin of Entomological Research*, 112(5), 691-696. <https://doi.org/10.1017/S0007485322000104>
- Sial, M. U., Majeed, M. Z., Atiq, A., Farooq, T., Aatif, H. M., Jaleel, W., ... & Ghirmah, H. A. (2022). Differential efficacy of edaphic traps for monitoring arthropods diversity in subtropical regions. *Journal of King Saud University-Science*, 34(1), 101686. <https://doi.org/10.1016/j.jksus.2021.101686>
- Skendžić, S., Zovko, M., Živković, I. P., Lešić, V., & Lemić, D. (2021). The impact of climate change on agricultural insect pests. *Insects*, 12(5), 440. <https://doi.org/10.3390/insects12050440>
- Sotomayor Chávez, A. C. (2020). Evaluación del riesgo ambiental de la aplicación de cuatro pesticidas sobre el polinizador *Forcipomyia* spp. (Diptera: Ceratopogonidae) del cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.), en San Martín, Perú. *Revista Científica de Tesis Universitarias*, 1(1), 1-78. <https://hdl.handle.net/20.500.12805/1483>
- Srinivasnaik, S., Suganthi, M., Kumar, S. M., & Jegadeeswari, V. (2016). Survey, documentation and identification of entomofauna of cocoa, *Theobroma cacao* L. in major cocoa growing regions of South India. *Journal of Applied and Natural Science*, 8(3), 1444-1451. <https://doi.org/10.31018/jans.v8i3.980>
- Sünnemann, M., Siebert, J., Reitz, T., Schädler, M., Yin, R., & Eisenhauer, N. (2021). Combined effects of land-use type and climate change on soil microbial activity and invertebrate decomposer activity. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 318, 107490. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2021.107490>
- Syarief, M., Mudjiono, G., Abadi, A. L., & Himawan, T. (2018). Arthropods diversity and population dynamic of *Helopeltis antonii* Sign. (Hemiptera: Miridae) on various cocoa agroecosystems management. *AGROVITA, Journal of Agricultural Science*, 40(2), 350-359. <http://doi.org/10.17503/agrivita.v39i2.1038>
- Thukral, A. K. (2017). A review on measurement of Alpha diversity in biology. *Agricultural Research Journal*, 54(1), 1-10. <https://doi.org/10.5958/2395-146X.2017.00001.1>
- Toledo-Hernández, M., Wanger, T. C., & Tschamtkke, T. (2017). Neglected pollinators: Can enhanced pollination services improve cocoa yields? A review. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 247, 137-148. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2017.05.021>
- Toledo-Hernández, M., Tschamtkke, T., Tjoa, A., Anshary, A., Cyio, B., & Wanger, T. C. (2021). Landscape and farm-level management for conservation of potential pollinators in Indonesian cocoa agroforests. *Biological Conservation*, 257, 109106. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2021.109106>
- Toledo-Hernández, M., Tschamtkke, T., Tjoa, A., Anshary, A., Cyio, B., & Wanger, T. C. (2020). Hand pollination, not pesticides or fertilizers, increases cocoa yields and farmer income. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 304, 107160. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2020.107160>
- Tuck, S. L., Winqvist, C., Mota, F., Ahnström, J., Turnbull, L. A., & Bengtsson, J. (2014). Land-use intensity and the effects of organic farming on biodiversity: a hierarchical meta-analysis. *Journal of Applied Ecology*, 51(3), 746-755. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12219>
- Van Rijn, P. C., van Houten, Y. M., & Sabelis, M. W. (2002). How plants benefit from providing food to predators even when it is also edible to herbivores. *Ecology*, 83(10), 2664-2679. [https://doi.org/10.1890/0012-9658\(2002\)083\[2664:HPBFPF\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/0012-9658(2002)083[2664:HPBFPF]2.0.CO;2)
- Vásquez, V. A., Cruzatty, L. C. G., Olaya, J. C., & Martínez, M. (2020). Insectos polinizadores en sistemas de producción de *Theobroma cacao* L. en la zona central del litoral ecuatoriano. *Ciencia y Tecnología*, 13(2), 23-30. <https://doi.org/10.18779/cyt.v13i2.389>
- Villet, M. (2005). Borror and Delong's Introduction to the Study of Insects, C.A. Triplehorn & N.F. Johnson: book review. *African Entomology*, 13(2), 393-394.
- Winder, J. (1978). The role of non-dipterous insects in the pollination of cocoa in Brazil. *Bulletin of Entomological Research*, 68(4), 559-574. <https://doi.org/10.1017/S0007485300009536>
- Yee, W. L., Phillips, P. A., Rodgers, J. L., Faber, B. A. (2001). Phenology of arthropod pests and associated natural predators on avocado leaves, fruit, and in leaf litter in Southern California. *Environmental Entomology*, 30(5), 892-898. <https://doi.org/10.1603/0046-225X-30.5.892>
- Yunus, M., Nasir, B., Lasmini, S. A., & Piri, R. L. (2022). Biodiversity and community structure of arthropods in tropical rice fields under organic and conventional ecosystems. *Australian Journal of Crop Science*, 16(4), 531-535. <https://search.informit.org/doi/10.3316/informit.646018078929370>
- Zegada Herbas, L. J., Lafuente Cartagena, I., Naoki, K., & Armenogot, L. (2020). Variación en la composición de visitantes florales de cacao (*Theobroma cacao*) entre cinco sistemas de producción en Sara Ana, Alto Beni, Bolivia. *Ecología en Bolivia*, 55(3), 145-159. https://scielo.org.bo/scielo.php?pid=S1605-25282020000300002&script=sci_arttext

Origen y financiamiento

El proyecto fue financiado por el Instituto Francés de Investigación para el Desarrollo Sostenible (IRD).

Contribución de los autores

El primer autor se encargó de la recolección de muestras, análisis de datos, identificación taxonómica y escribió el manuscrito. El segundo autor se encargó de la recolección de muestras, desarrollo de la metodología y escribió el manuscrito. El tercer autor se encargó del desarrollo de la metodología y escribió el manuscrito. El cuarto autor se encargó de la recolección de muestras, desarrollo de la metodología, análisis de datos y escribió el manuscrito.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Anexos

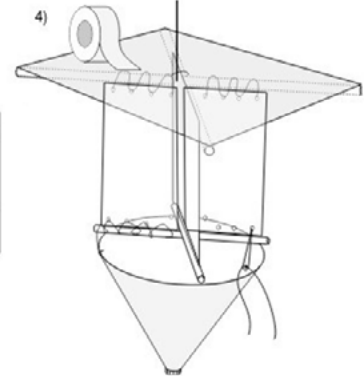
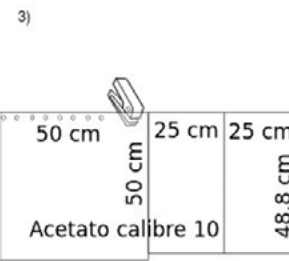
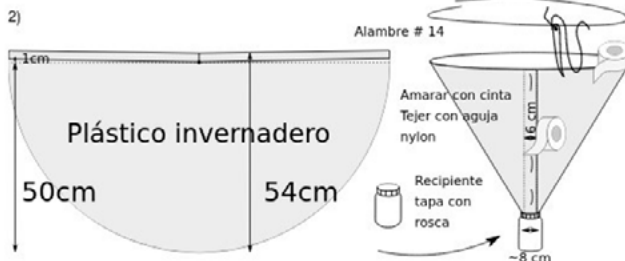
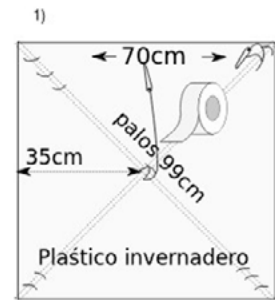
Anexo 1. Protocolo Construcción Trampa de Intercepción

Material para cada sitio (4 trampas)

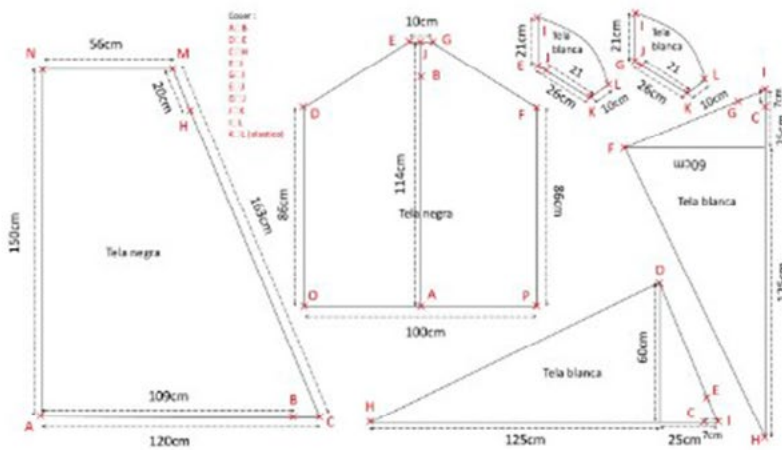
- Acetato calibre 10 (8x50cmx50cm)
- Plástico invernadero transparente (3m x 1,5m). para el embudo una Porción de disco, de diámetro 50 y de ángulo 271° x 52% con una banda de 3 cm. Para el techo un cuadro de 70 cm de lado
- Alambre AWG#14, (4 x 173 cm) (circunferencia embudo de 163,3)
- Cinta pegante
- Aguja y nylon para coser plástico invernadero
- 1 perforadora para los acetatos
- 4 recipientes de rosca con su tapa diámetro ~8 cm
- Palos 13 m $\odot$ 1cm : 4 x (2 de 1m y 2 de 55 cm)
- 2l de alcohol 70

Construcción :

- > Cortar el acetato (1m² para la pared) y el plástico de invernadero ()
- 1/ Armar techo, coser palos al techo, impermeabilizar huecos con cinta
- 2/ Embudo cortar y armar con alambre y cinta y tejer
- 3/ Perforar acetato de la pared
- 4/ Coser al techo suspendido, y al embudo

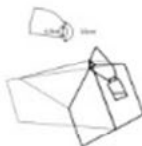


Anexo 2. Protocolo Construcción de la Trampa Malaise



Conser :

- AOB
- DOE
- COH
- EDI
- GDI
- EDI
- GDI
- JOK
- KIL
- KIL (elastico)



Coser lazos en los puntos:
D, F, L, M, N, O y P
... y añadir cuerda a los puntos:
D, F, I y M

Material para 5 trampas:

- 10m x 3m de tela "tul" organza negra
6m x 3m de tela tul organza blanca
1 elástico de 10 cm
100 m de cinta blanca
5l de alcohol 70.
5 frascos con rosca de 6 cm de Ø

(puede ser un frasco de mermelada)



Anexo 3. Tabla roles funcionales de las familias de artrópodos colectados y bibliografía consultada.

Referencia	Orden	Familia	Rol Funcional
Pasaru et al., 2021	Coleoptera	Trogossitidae	Depredador
	Hymenoptera	Braconidae	Parasitoide
	Coleoptera	Carabidae	Descomponedor
	Coleoptera	Cerambycidae	Plaga
	Coleoptera	Chrysomelidae	Plaga
	Coleoptera	Coccinellidae	Depredador
	Hemiptera	Delphacidae	Depredador
	Diptera	Dolichopodidae	Depredador
	Coleoptera	Elateridae	Depredador
	Collembola		Descomponedor
	Hymenoptera	Eulophidae	Parasitoide
	Hymenoptera	Evaniidae	Parasitoide
	Dermoptera	Forficulidae	Depredador
	Hymenoptera	Formicidae	Depredador
	Lepidoptera	Geometridae	Plaga
	Orthoptera	Gryllidae	Plaga
	Orthoptera	Gryllotalpidae	Plaga
	Lepidoptera	Hesperiidae	Plaga
	Hymenoptera	Ichneumonidae	Parasitoide
	Coleoptera	Lampyridae	Depredador
	Hemiptera	Miridae	Plaga
	Lepidoptera	Noctuidae	Plaga
	Hemiptera	Pentatomidae	Plaga
	Lepidoptera	Pieridae	Plaga
	Hemiptera	Reduviidae	Depredador
	Coleoptera	Scarabaeidae	Plaga
	Coleoptera	Curculionidae	Plaga
	Coleoptera	Staphylinidae	Depredador
	Diptera	Syrphidae	Depredador
	Diptera	Tachinidae	Visitante Floral
	Coleoptera	Tenebrionidae	Plaga
	Diptera	Tephritidae	Plaga
	Isoptera	Termitidae	Plaga
	Orthoptera	Tettigoniidae	Depredador
	Diptera	Tipulidae	Plaga
	Hymenoptera	Vespidae	Depredador
	Hemiptera	Aphididae	Plaga
	Hymenoptera	Apidae	Visitante Floral
	Coleoptera	Carabidae	Depredador
	Orthoptera	Acrididae	Plaga
Monserrat, 1996	Neuroptera	Hemerobiidae	Depredador
	Diptera	Cecidomyiidae	Visitante Floral
	Diptera	Ceratopogonidae	Visitante Floral
	Coleoptera	Chrysomelidae	Plaga
	Diptera	Ceratopogonidae	Depredador
	Diptera	Culicidae	Depredador
	Coleoptera	Curculionidae	Plaga
	Coleoptera	Curculionidae	Visitante Floral
	Diptera	Drosophilidae	Visitante Floral
	Hymenoptera	Encyrtidae	Visitante Floral
	Hymenoptera	Formicidae	Depredador
	Hymenoptera	Formicidae	Visitante Floral
	Hemiptera	Miridae	Plaga
	Diptera	Phoridae	Visitante Floral
	Hemiptera	Psyllidae	Plaga
	Coleoptera	Scarabaeidae	Plaga
	Diptera	Sciaridae	Visitante Floral
	Isoptera	Termitidae	Plaga
	Thysanoptera	Thripidae	Plaga
	Thysanoptera	Thripidae	Visitante Floral
	Hemiptera	Aphididae	Plaga
	Araneae		Depredador
Švácha, 1994	Coleoptera	Coccinellidae	Depredador
	Coleoptera	Rhipiphoridae	Parasitoide
	Coleoptera	Curculionidae	Plaga
	Lepidoptera	Crambidae	Plaga
	Hemiptera	Derbidae	Plaga
	Hymenoptera	Encyrtidae	Parasitoide
	Hymenoptera	Eurytomidae	Parasitoide
	Lepidoptera	Lymantriidae	Plaga
	Hemiptera	Membracidae	Plaga
	Hemiptera	Miridae	Plaga
	Lepidoptera	Psychidae	Plaga
	Diptera	Syrphidae	Depredador
	Lepidoptera	Tortricidae	Plaga
	Diptera	Cecidomyiidae	Visitante Floral
	Diptera	Ceratopogonidae	Visitante Floral
	Diptera	Chloropidae	Visitante Floral

Continúa

Referencia	Orden	Familia	Rol Funcional
Chumacero de Schawe et al., 2018	Hymenoptera	Braconidae	Visitante Floral
	Diptera	Drosophilidae	Visitante Floral
	Diptera	Empididae	Visitante Floral
	Hymenoptera	Encyrtidae	Visitante Floral
	Hymenoptera	Eulophidae	Visitante Floral
	Hymenoptera	Eupelmidae	Visitante Floral
	Hymenoptera	Formicidae	Visitante Floral
	Diptera	Muscidae	Visitante Floral
	Diptera	Mycetophilidae	Visitante Floral
	Hymenoptera	Mymaridae	Visitante Floral
	Diptera	Phoridae	Visitante Floral
	Diptera	Psychodidae	Visitante Floral
	Diptera	Sciaridae	Visitante Floral
	Diptera	Simuliidae	Visitante Floral
	Diptera	Tachinidae	Visitante Floral
	Hymenoptera	Trichogrammatidae	Visitante Floral
	Hemiptera	Alydidae	Plaga
	Diptera	Anthomyiidae	Plaga
	Araneae		Depredador
Dewi et al., 2020	Orthoptera	Acrididae	Plaga
	Diptera	Asilidae	Depredador
	Coleoptera	Carabidae	Depredador
	Coleoptera	Chrysomelidae	Plaga
	Diptera	Culicidae	Plaga
	Diptera	Drosophilidae	Plaga
	Dermaptera	Forficulidae	Depredador
	Hymenoptera	Formicidae	Depredador
	Lepidoptera	Geometridae	Plaga
	Lepidoptera	Lymantriidae	Plaga
	Hemiptera	Reduviidae	Depredador
	Coleoptera	Scarabaeidae	Plaga
	Hymenoptera	Scoliidae	Plaga
	Coleoptera	Tenebrionidae	Plaga
	Diptera	Calliphoridae	Visitante Floral
	Diptera	Cecidomyiidae	Visitante Floral
	Coleoptera	Chrysomelidae	Plaga
	Hemiptera	Aphididae	Plaga
	Hemiptera	Cicadellidae	Plaga
	Coleoptera	Coccinellidae	Depredador
Armijos Vasquez et al., 2020	Coleoptera	Curculionidae	Plaga
	Hemiptera	Delphacidae	Plaga
	Diptera	Dolichopodidae	Visitante Floral
	Diptera	Drosophilidae	Visitante Floral
	Hymenoptera	Formicidae	Visitante Floral
	Coleoptera	Languriidae	Depredador
	Hemiptera	Miridae	Plaga
	Coleoptera	Scarabaeidae	Plaga
	Coleoptera	Staphylinidae	Depredador
	Hymenoptera	Vespidae	Depredador
	Coleoptera	Erotylidae	Plaga
	Coleoptera	Nitidulidae	Visitante Floral
	Hymenoptera	Aulacidae	Descomponedor
Baroja et al., 2019	Lepidoptera	Alucitidae	Plaga
Wang et al., 2020	Hemiptera	Largidae	Plaga
Horak et al., 2010	Coleoptera	Cucujidae	Descomponedor
Mockford, 1994	Psocoptera	Epipsocidae	Descomponedor
Smith & Brambila, 2008	Hemiptera	Oxycarenidae	Plaga
Leschen & Buckley, 2007	Coleoptera	Erotylidae	Descomponedor
Blackmer & Phelan, 1995	Coleoptera	Cantharidae	Depredador
	Dermaptera	Nitidulidae	Descomponedor
Pollock, 1998	Coleoptera	Anisolabididae	Plaga
Mcalpine, 1998	Coleoptera	Pythidae	Descomponedor
Eiseman, 2016	Diptera	Micropezidae	Depredador
Lepidoptera	Lepidoptera	Acanthopteroctetidae	Plaga
Cárdenas, 1977	Lepidoptera	Acrolophidae	Plaga
Hoddle et al., 2002	Thysanoptera	Aeolothripidae	Plaga
Sary & Martinovsky, 1993	Diptera	Trichoceridae	Descomponedor
Edde et al., 2019	Coleoptera	Anobiidae	Plaga
Ballal et al., 2018	Hemiptera	Anthocoridae	Visitante Floral
Loiácono et al., 2013	Hymenoptera	Diapriidae	Parasitoide
Koval et al., 2019	Coleoptera	Anthribidae	Plaga
Cornelius et al., 2020	Hemiptera	Aradidae	Parasitoide
Boevé et al., 2018	Hymenoptera	Argidae	Depredador
Hilszczański, 2018	Hymenoptera	Aulacidae	Parasitoide
	Coleoptera	Cleridae	Plaga
Azevedo et al., 2018	Hymenoptera	Bethylidae	Parasitoide
Zheng et al., 2015	Lepidoptera	Zygaenidae	Plaga
Parslow et al., 2020	Hymenoptera	Gasteruptiidae	Parasitoide
Basseri et al., 2019	Blattodea	Blattellidae	Descomponedor

Continúa

Referencia	Orden	Familia	Rol Funcional
Thornton, 1985	Psocoptera	Hemipsocidae	Plaga
Gerónimo-Torres et al., 2021	Coleoptera	Bostrichidae	Plaga
Arcaya et al., 2020	Coleoptera	Brentidae	Plaga
Schaeffer et al., 1983	Hemiptera	Piesmatidae	Plaga
Cárdenas et al., 2020	Coleoptera	Buprestidae	Plaga
Johnson, 2018	Coleoptera	Byrrhidae	Descomponedor
Prado et al., 2022	Hemiptera	Calophyidae	Plaga
Salle, 2005	Hymenoptera	Torymidae	Parasitoide
Scholtz et al., 2018	Orthoptera	Gryllacrididae	Plaga
Sánchez-García et al., 2020	Hemiptera	Cicadidae	Plaga
Kocarek et al., 2015	Dermaptera	Anisolabididae	Depredador
	Coleoptera	Dascillidae	Descomponedor
Throne, 1987	Coleoptera	Cucujidae	Plaga
Hall, 2019	Psocoptera	Archipsocidae	Descomponedor
Ogita et al., 2021	Orthoptera	Trigonidiidae	Plaga
Cranston, 2004	Diptera	Chironomidae	Visitante Floral
Santos-Murgas, 2021	Hymenoptera	Chalcididae	Parasitoide
Hasan et al, 2020	Coleoptera	Cleridae	Depredador
	Hemiptera	Enicocephalidae	Visitante Floral
Almada et al., 2020	Diptera	Conopidae	Parasitoide
Grafe et al., 2019	Diptera	Corethrellidae	Parasitoide
Cassis & Gross, 2002	Hemiptera	Cydniidae	Plaga
Marshall et al., 2011	Diptera	Sphaeroceridae	Descomponedor
	Diptera	Lonchopteridae	Descomponedor
Jin et al., 2013	Coleoptera	Dascillidae	Visitante Floral
	Coleoptera	Meloidae	Plaga
Flores et al., 2014	Thysanoptera	Phlaeothripidae	Plaga
Herz et al, 2003	Hymenoptera	Diprionidae	Plaga
Correa & Gil-Acevedo, 2018	Hemiptera	Dixidae	Descomponedor
Polhemus & Polhemus, 2019	Hemiptera	Hebridae	Descomponedor
White & Franklin, 1996	Diptera	Xylophagidae	Depredador
Hamilton et al., 2019	Blattodea	Ectobiidae	Descomponedor
Mound, 2019	Thysanoptera	Merothripidae	Descomponedor
Froeschner, 2019	Hemiptera	Enicocephalidae	Descomponedor
	Coleoptera	Melyridae	Depredador
	Psocoptera	Ectopsocidae	Descomponedor
Lienhard & Smithers, 2002	Psocoptera	Psocidae	Plaga
	Psocoptera	Ptiloneuridae	Plaga
	Psocoptera	Epipsocidae	Plaga
Baker et al., 2020	Hymenoptera	Eucharitidae	Parasitoide
Ito & Osawa, 2019	Blattodea	Blaberidae	Descomponedor
Roininen, 2005	Hymenoptera	Tenthredinidae	Plaga
Pérez et al., 2010	Coleoptera	Dryopidae	Depredador
Cherif & Verheggen, 2019	Lepidoptera	Gelechiidae	Plaga
Whittington & Kirk-Spriggs, 2021	Diptera	Lonchopteridae	Visitante Floral
Dorey et al.,	Hymenoptera	Halictidae	Visitante Floral
Rafael & Amat-García, 2014	Diptera	Pipunculidae	Parasitoide
Izadzadeh et al., 2015	Hymenoptera	Heloridae	Parasitoide
Cogan, 1971	Diptera	Heleomyzidae	Descomponedor
Muona, 2002	Coleoptera	Eucnemidae	Descomponedor
Valdez, 2019	Coleoptera	Dytiscidae	Depredador
Shear, 2011	Polydesmida		Descomponedor
Grén & Górz , 2020	Coleoptera	Hydrophilidae	Descomponedor
Thei et al., 2020	Blattodea	Blattidae	Descomponedor
Whitman et al., 1992	Orthoptera	Romaleidae	Plaga
Hinton, 1941	Coleoptera	Latridiidae	Descomponedor
Yuan et al., 2020	Diptera	Bibionidae	Visitante Floral
Merle et al., 2021	Hemiptera	Aphididae	Visitante Floral
Reche et al., 2021	Hymenoptera	Figitidae	Parasitoide
Abbes et al., 2021	Diptera	Lonchaeidae	Plaga
Yoshizawa et al., 2014	Psocoptera	Dasydemellidae	Plaga
	Diptera	Pachyneuridae	Parasitoide
Carpintero, 2015	Hemiptera	Lyctocoridae	Descomponedor
	Diptera	Micropezidae	Plaga
Rismayani et al., 2021	Hemiptera	Pentatomidae	Depredador
Diéguez, 2021	Coleoptera	Melyridae	Visitante Floral
	Diptera	Platypozidae	Descomponedor
Raju et al., 2016	Coleoptera	Meloidae	Parasitoide
Rodríguez, 2003	Hemiptera	Cercopidae	Plaga
Morales-Castaño, I. T., & Amat-García, 2012	Diptera	Curtonotidae	Descomponedor
Zaragoza-Caballero & Perez, 2014	Coleoptera	Phengodidae	Depredador
Islam et al., 2021	Coleoptera	Dermestidae	Plaga
Lienhard, 2005	Psocoptera	Pachytroctidae	Descomponedor
Shockley et al., 2009	Coleoptera	Endomychidae	Descomponedor
Cazorla, 2017	Diptera	Limoniidae	Visitante Floral
Núñez-Penichet et al., 2019	Lepidoptera	Uraniidae	Plaga
Srinivasnaik et al., 2016	Orthoptera	Acrididae	Plaga
Mohandass, 2007	Lepidoptera	Pyralidae	Plaga

Continúa

Referencia	Orden	Familia	Rol Funcional
Saether, 1970	Diptera	Chaoboridae	Visitante Floral
Henry, 2019	Hemiptera	Schizopteridae	Depredador
Kristensen, 1999	Hemiptera	Microphysidae	Descomponedor
Kristensen, 1999	Lepidoptera	Micropterigidae	Visitante Floral
Dawah & Abdullah, 2007	Diptera	Milichidae	Descomponedor
Lyneborg, 1992	Araneae		Depredador
Lyneborg, 1992	Diptera	Therevidae	Depredador
Lawrence, 1991	Coleoptera	Mycetophagidae	Descomponedor
Hsu et al., 2020	Orthoptera	Myrmecophilidae	Parasitoide
Braman, 2000	Hemiptera	Nabidae	Depredador
Barbaro & Battisti, 2011	Lepidoptera	Notodontidae	Plaga
Smith, 2019	Hemiptera	Mesoveliidae	Depredador
Johnson, 1994	Lepidoptera	Nymphalidae	Visitante Floral
Edgerly et al., 2012	Embioptera	Oligotomidae	Descomponedor
Lobato-Vila & Pujade-Vilar, 2018	Hymenoptera	Cynipidae	Plaga
Adams, 1984	Opiliona		Depredador
Davis & Stonis, 2007	Lepidoptera	Opostegidae	Plaga
Springer, 2010	Trichoptera	Philopotamidae	Descomponedor
Spencer, 1983	Diptera	Agromyzidae	Plaga
Sandrelli, 2020	Coleoptera	Brentidae	Visitante Floral
Sandrelli, 2020	Lepidoptera	Tineidae	Descomponedor
Castillo & Reyes-Castillo, 2003	Coleoptera	Passalidae	Descomponedor
Grazia et al., 2015	Hemiptera	Pentatomidae	Plaga
Smith, 1988	Hymenoptera	Orussidae	Parasitoide
Burks et al., 2019	Hymenoptera	Perilampidae	Parasitoide
Tay & James, 2021	Isoptera	Rhinotermitidae	Plaga
Sazhnev, 2020	Coleoptera	Heteroceridae	Descomponedor
Steiner, 2002	Hemiptera	Aphididae	Plaga
Steiner, 2002	Coleoptera	Phalacridae	Visitante Floral
Umaru & Simarani, 2020	Hemiptera	Rhyarochromidae	Plaga
Tomberling & Sheppard et al., 2002	Diptera	Stratiomyidae	Descomponedor
Ramos et al., 2019	Dermaptera	Chelisochidae	Depredador
Kusy et al., 2018	Coleoptera	Platyceridae	Depredador
Chandler, 2001	Diptera	Platypezidae	Descomponedor
Silveira et al., 2019	Hymenoptera	Peradeniidae	Parasitoide
Fernández et al., 2017	Hymenoptera	Pompilidae	Depredador
Baz, 2008	Psocoptera	Prionoglaridae	Plaga
Harvey, 2013	Pseudoscorpionida		Depredador
Liu et al., 2018	Coleoptera	Mordellidae	Visitante Floral
Liu et al., 2018	Hemiptera	Anthocoridae	Depredador
Zhang et al., 2022	Diptera	Milichidae	Parasitoide
Bejarano & Estrada, 2016	Diptera	Psychodidae	Visitante Floral
Gibson, 2009	Hymenoptera	Pteromalidae	Parasitoide
Gielis, 2010	Lepidoptera	Pterophoridae	Plaga
Johnson, 1982	Coleoptera	Ptiliidae	Descomponedor
De Moya, 2022	Psocoptera	Caeciliusidae	Plaga
Rajmohana et al., 2021	Hymenoptera	Liopteridae	Parasitoide
Hubbell, 1998	Orthoptera	Rhaphidophoridae	Descomponedor
Anderson & Peck 1985	Coleoptera	Silphidae	Descomponedor
Thompson, 2006	Diptera	Anisopodidae	Descomponedor
Taylor & Stern, 1971	Hymenoptera	Trichogrammatidae	Parasitoide
Weithmann, 2020	Coleoptera	Geotrupidae	Descomponedor
Yoshizawa et al., 2006	Psocoptera	Lepidosocidae	Plaga
Freeman & Lane, 1985	Diptera	Scatopsidae	Descomponedor
Libonatti & Ruta, 2018	Coleoptera	Scirtidae	Descomponedor
Eger et al., 2015	Hemiptera	Scutelleridae	Plaga
Cabezas et al., 2017	Lepidoptera	Sesiidae	Plaga
Goulet & Hubber, 1993	Hymenoptera	Scutelleridae	Plaga
Peréz-Hernández, 2018	Coleoptera	Cantharidae	Visitante Floral
Mawdsley et al., 2003	Coleoptera	Melyridae	Visitante Floral
Smit et al., 1997	Lepidoptera	Nymphalidae	Plaga
Judd, 2004	Diptera	Tanyderidae	Depredador
Yoshizawa et al., 2014	Psocoptera	Psoquillidae	Plaga
Martínez et al., 2021	Lepidoptera	Limacodidae	Plaga
Gaedike, 2015	Lepidoptera	Tineidae	Plaga
Guidoti et al., 2015	Hemiptera	Tingidae	Plaga
Kimsey & Brothers, 2006	Hymenoptera	Tiphidae	Parasitoide
Willing & Sandlin, 1993	Phasmatodea	Phasmatidae	Plaga
Tay & James, 2021	Isoptera	Kalotermitidae	Plaga
Thornton & New, 1977	Psocoptera	Philotarsidae	Descomponedor
Pape et al., 2004	Diptera	Rhinophoridae	Parasitoide
Baz, 1993	Psocoptera	Trogiidae	Plaga
Pall & Coscarón, 2012	Hemiptera	Rhopalidae	Plaga
Fachin & Amorin, 2014	Diptera	Xylomyidae	Descomponedor
Krivosheina, 2000	Diptera	Asilidae	Depredador
Wilcken et al., 2010	Hemiptera	Thaumastocoridae	Plaga
Wilcken et al., 2010	Diptera	Asilidae	Depredador
Salmela, 2007	Diptera	Pachyneuridae	Plaga

Referencias Anexo

- Abbes, K., Hafsi, A., Harbi, A., Mars, M., & Chermiti, B. (2021). The black fly *Silba adipata* (Diptera: Lonchaeidae) as an emerging pest in Tunisia: Preliminary data on geographic distribution, bioecology and damage. *Phytoparasitica*, 49(1), 49-59. <https://doi.org/10.1007/s12600-020-00871-y>
- Adams, J. (1984). The habitat and feeding ecology of woodland harvestmen (Opiliones) in England. *Oikos*, 42(3), 361-370. <https://doi.org/10.2307/3544406>
- Almada, V., Demarchi, L., Ferreras, E. O., Stuke, J.-H., Clements, D. K., & Lucia, M. (2020). *Physocephala inhabilis* (Diptera: Conopidae) como parasitoide de *Megachile (Sayapis) bomplan-densis* (Hymenoptera: Megachilidae) en Argentina. *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*, 79(3), 1-10. <https://doi.org/10.25085/rsea.790307>
- Anderson, R. S., & Peck, S. B. (1985). The carrion beetles of Canada and Alaska (Coleoptera: Silphidae and Agyrtidae). *Agriculture Canada*.
- Arcaya, E., Capote-Luna, T., Sorondo, L. (2020). Primer registro del género *Coelocephalapion* Wagner, 1914 (Coleoptera: Brentidae: Apioninae) en botones florales de *Platymiscium diadelphum* SF Blake (Leguminosae) en el estado Lara, Venezuela. *Anales de Biología*, 42, 47-51. <https://doi.org/10.6018/analesbio.42.06>
- Armijos Vásquez, V., García Cruzatty, L. C., Castro Olaya, J., & Martínez, M. (2020). Insectos polinizadores en sistemas de producción de *Theobroma cacao* L. en la zona central del litoral ecuatoriano. *Ciencia y Tecnología*, 13(2), 23-30. <https://doi.org/10.18779/cyt.v13i2.389>
- Azevedo, C. O., Alencar, I. D., Ramos, M. S., Barbosa, D. N., Colombo, W. D., Vargas, J. M., & Lim, J. (2018). Global guide of the flat wasps (Hymenoptera: Bethyridae). *Zootaxa*, 4489(1), 1-294. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4489.1.1>
- Baker, A. J., Heraty, J. M., Mottern, J., Zhang, J., Hines, H. M., Lemmon, A. R., & Lemmon, E. M. (2020). Inverse dispersal patterns in a group of ant parasitoids (Hymenoptera: Eucharitidae: Oraseminae) and their ant hosts. *Systematic Entomology*, 45(1), 1-19. <https://doi.org/10.1111/syen.12371>
- Ballal, C. R., Akbar, S. A., Yamada, K., Wachkoo, A. A., & Varshney, R. (2018). Annotated catalogue of the flower bugs from India (Heteroptera: Anthocoridae, Lasiochilidae). *Acta Entomologica Musei Nationalis Pragae*, 58(1), 207-226. <https://doi.org/10.2478/aemnp-2018-0018>
- Barbaro, L., & Battisti, A. (2011). Birds as predators of the pine processionary moth (Lepidoptera: Notodontidae). *Biological Control*, 56(2), 107-114. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2010.10.009>
- Baroja, U., Garin, I., Aihartza, J., Arrizabalaga-Escudero, A., Vallejo, N., Aldasoro, M., & Goiti, U. (2019). Pest consumption in a vineyard system by the lesser horseshoe bat (*Rhinolophus hipposideros*). *PLoS ONE*, 14(7), e0219265. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0219265>
- Basseri, H., Bakhtiyari, R., Hashemi, S. J., Baniardelani, M., Shahraiki, H., & Hosainpour, L. (2019). Antibacterial/antifungal activity of extracted chitosan from American cockroach (Dictyoptera: Blattellidae) and German cockroach (Blattodea: Blattellidae). *Journal of Medical Entomology*, 56(5), 1208-1214. <https://doi.org/10.1093/jme/tjz082>
- Baz, A. (1993). Revision of the *Cerobasis annulata* group (Psocoptera: Trogidae) from the Canary Islands. *Zoologische Mededelingen Leiden*, 67(35), 487-504.
- Baz, A. (2008). Bark-lice, book-lice or psocids (Psocoptera). In *Encyclopedia of Entomology* (pp. 381-399). Springer Netherlands.
- Bejarano, E. E., & Estrada, L. G. (2016). Family Psychodidae. *Zootaxa*, 4122(1), 187-190. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4122.1.20>
- Blackmer, J., & Phelan, P. (1995). Ecological analyses of Nitidulidae: Seasonal occurrence, host choice and habitat preference. *Journal of Applied Entomology*, 119(1-5), 321-329. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0418.1995.tb01294.x>
- Boevé, J.-L., Domínguez, D. F., & Smith, D. R. (2018). Sawflies from northern Ecuador and a checklist for the country (Hymenoptera: Argidae, Orussidae, Pergidae, Tenthredinidae, Xiphydriidae). *Journal of Hymenoptera Research*, 64, 1-24. <https://doi.org/10.3897/jhr.64.24408>
- Braman, S. (2000). Damsel bugs (Nabidae). In *Heteroptera of Economic Importance* (pp. 639-656). CRC Press, Boca Raton.
- Burks, R. A., Krogmann, L., & Heraty, J. M. (2019). Chrysolampine wasps (Chalcidoidea: Perilampidae sensu lato) from Baltic amber. *Insect Systematics and Diversity*, 3(6), 10. <https://doi.org/10.1093/isd/ixz027>
- Cabezas, O., Gil, J., Gómez, R., Dávila, C., Morón, S., & Ramírez, C. (2017). Estado fitosanitario en la producción de cacao (*Theobroma cacao* L.) en la región de Huánuco (Perú): Incremento del impacto de *Carmenta foraseminis* Eichlin. *Actas Técnicas*, 13-17. <https://www.icco.org/wp-content/uploads/T3.68.-ESTADO-FITOSANITARIO-EN-LA-PRODUCCION-DE-CACAO-Theobroma-cacao-L.-EN-LA-REGION-DE-HUANUCO-PERU-INCREMENTO-DEL-IMPACTO.pdf>
- Cárdenas, M. R. I. (1977). Una nueva plaga del café Lepidoptera *Acrolophidae acrolophus* sp. Avances Técnicos (No. 72), 2 p. Centro Nacional de Investigaciones de Café (Cenicafé). <http://hdl.handle.net/10778/865>
- Cárdenas, A. M., Gallardo, P., Salido, Á., & Márquez, J. (2020). Effects of environmental traits and landscape management on the biodiversity of saproxylic beetles in Mediterranean oak forests. *Diversity*, 12(12), 451. <https://doi.org/10.3390/d12120451>
- Carpintero, D. L. (2015). Minute Pirate Bugs (Anthocoridae and Lyctocoridae). In: Panizzi, A., Grazia, J. (Eds) *True Bugs (Heteroptera) of the Neotropics. Entomology in Focus*, (Vol 2. pp. 217-236) Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-017-9861-7_9
- Cassis, G., & Gross, G. F. (2002). *Zoological Catalogue of Australia. Volume 27.3B, Hemiptera: Heteroptera (Pentatomomorpha)*. CSIRO Publishing.
- Castillo, M. L., & Reyes-Castillo, P. (2003). Los Passalidae: Coleópteros tropicales degradadores. In *Ecología del suelo en la selva tropical húmeda de México* (pp. 237-248). UNAM.
- Cazorla-Perfetti, D. (2017). Catálogo de Tipulomorpha (Diptera: Tipulidae-Limoniidae) de Venezuela, con el registro de *Brachypremna* spp., *Gonomyia* spp. y *Dicranomyia* spp. en el estado Falcón. *SABER*, 29, 546-562. <http://saber.udo.edu.ve/index.php/saber/article/view/2698/1600>
- Chandler, P. J. (2001). *The Flat-footed Flies: (Diptera: Opetiidae and Platypetidae) of Europe* (Vol. 36). Brill.
- Cherif, A., & Verheggen, F. (2019). A review of *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) host plants and their impact on management strategies. *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement*, 23(4). <https://doi.org/10.25518/1780-4507.18211>
- Chumacero de Schawe, C., Kessler, M., Hensen, I., & Tschamtkte, T. (2018). Abundance and diversity of flower visitors on wild and cultivated cacao (*Theobroma cacao* L.) in Bolivia. *Agroforestry Systems*, 92(1), 117-125. <https://doi.org/10.1007/s10457-016-0019-8>
- Cogan, B. H. (1971). Heleomyzidae of the Ethiopian region (Diptera). *Annals of the Natal Museum*.
- Cornelius, M. L., Vinyard, B. T., Mowery, J. D., & Hu, J. S. (2020). Ovipositional behavior of the egg parasitoid *Gryon pennsylvanicum* (Hymenoptera: Scelionidae) on two squash bug species *Anasa tristis* (Hemiptera: Coreidae) and *Anasa armigera*: Effects of parasitoid density, nutrition, and host egg chorion on parasitism rates. *Environmental Entomology*, 49(6), 1307-1315. <https://doi.org/10.1093/ee/nvaa118>
- Correa, C. C., & Gil-Azevedo, L. H. (2018). In Family Dixidae. In: Neusa Hamada, James H. Thorp, D. Christopher Rogers, *Thorp and Covich's Freshwater Invertebrates*, (Fourth Edition,

- pp. 747-749). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-804223-6.00035-4>
- Cranston, P. S. (2004). Insecta: Diptera, Chironomidae. In *The Freshwater Invertebrates of Malaysia and Singapore* (pp. 710-734). Academy of Sciences, Kuala Lumpur.
- Davis, D. R., & Stonis, J. R. (2007). A revision of the New World plant-mining moths of the family Opostegidae (Lepidoptera: Nepticuloidea). *Smithsonian Contributions to Zoology*, 48-211. <https://doi.org/10.5479/si.00810282.625>
- Dawah, H. A., & Abdullah, M. A. (2007). New records of some filth flies species (Diptera: Milichiidae) in southwest Saudi Arabia. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 14(2), 263-270. <https://inis.iaea.org/records/the08-20v63>
- de Moya, R. S. (2022). Illumina whole genome sequencing indicates ploidy level differences within the *Valenzuela flavidus* (Psocoda: Psocomorpha: Caeciliusidae) species complex. *Systematic Entomology*, 47(1), 202-212.
- Dewi, V., Nurariaty, A., Tuwo, M., et al. (2020). Arthropoda diversity in organic cocoa farming in Bantaeng District. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 486(1), 012164. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/486/1/012164>
- Diéguez-Fernández, J. M. (2021). Aportación a la corología de algunas especies de Melyridae y Rhadalidae (Coleoptera) en España. *Heteropterus: Revista de Entomología*, 21(2), 141-162. <https://recercat.cat/bitstream/handle/2072/521304/MelyridaeRhadalidae.pdf?sequence=1>
- Dorey, J. B., Groom, S. V., Freedman, E. H., Matthews, C. S., Davies, O. K., Deans, E. J., Rebola, C., Stevens, M. I., Lee, M. S., & Schwarz, M. P. (2020). Radiation of tropical island bees and the role of phylogenetic niche conservatism as an important driver of biodiversity. *Proceedings of the Royal Society B*, 287(1925), 20200045. <https://doi.org/10.1098/rspb.2020.0045>
- Edde, P. A. (2019). Biology, ecology, and control of *Lasioderma serricorne* (F.) (Coleoptera: Anobiidae): A review. *Journal of Economic Entomology*, 112(3), 1011-1031. <https://doi.org/10.1093/jee/toy428>
- Eggerly, J. S., Büsse, S., & Hörnschemeyer, T. (2012). Spinning behaviour and morphology of the spinning glands in male and female *Apothonia ceylonica* (Enderlein, 1912) (Embioptera: Oligotomidae). *Zoologischer Anzeiger – A Journal of Comparative Zoology*, 251(4), 297-306. <https://doi.org/10.1016/j.jcz.2011.12.006>
- Eger, J., Barcellos, A., Weiler, L. (2015). Shield Bugs (Scutelleridae). In: Panizzi, A., Grazia, J. (Eds.), *True Bugs (Heteroptera) of the Neotropics. Entomology in Focus*, (Vol 2, pp. 757-788). Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-94-017-9861-7_23
- Eiseman, C. S. (2016). North American leafminers (Lepidoptera: Gelechiidae, Momphidae) on the evening primrose family (Onagraceae): New host, parasitoid, and distributional records. *Proceedings of the Entomological Society of Washington*, 118(4), 510-518. <https://doi.org/10.4289/0013-8797.118.4.510>
- Epler, J. H. (2010). *The Water Beetles of Florida: An Identification Manual for the Families Chrysomelidae, Curculionidae, Dryopidae, Dytiscidae, Elmidae, Gyrinidae, Haliplidae, Helophoridae, Hydraenidae, Hydrochidae, Hydrophilidae, Noteridae, Psephenidae, Ptilodactylidae, and Scirtidae*. State of Florida, Department of Environmental Protection.
- Fachin, D. A., & Amorim, D. d. S. (2014). Taxonomic revision of the Neotropical genus *Arthropeina* Lindner, 1949 (Diptera: Xylomyidae). *Zootaxa*, 3827(2), 231-257. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.3827.2.6>
- Fernández, F., Castro, V., Rodríguez, J., Waichert, C., & Pitts, J. P. (2017). *Fauna de Colombia: Avispas cazadoras de arañas de Colombia (Hymenoptera: Pompilidae)*. Universidad Nacional de Colombia. <https://portaldelibros.unal.edu.co/gpd-fauna-de-colombia-avispa-cazadoras-de-aray-as-de-colombia-hymenoptera-pompilidae-no-6-9789587833065-667e35d104b0f.html>
- Flores, J. A., Martínez, V. L., & García, Á. G. (2014). Fluctuación poblacional y distribución de *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae) en nardo en Morelos, México. *Acta Agrícola y Pecuaria*, 1(1), 37-42. <https://aap.uaem.mx/plugins/generic/pdfJsViewer/pdf.js/web/viewer.html?file=https%3A%2F%2Faap.uaem.mx%2Findex.php%2Faaap%2Farticle%2Fdownload%2F7%2F7%2F26>
- Freeman, P., & Lane, R. P. (1985). Bibionid and Scatopsid flies (Diptera: Bibionidae & Scatopsidae). *Handbooks for the Identification of British Insects*, Royal Entomological Society of London. <https://www.royensoc.co.uk/shop/publications/out-of-print-handbooks/diptera-bibionid-and-scatopsid-flies/>
- Froeschner, R. C. (2019). Family Pentatomidae Leach, 1815: The stink bugs, In R. C. Froeschner (Ed) *Catalog of the Heteroptera or True Bugs, of Canada and the Continental United States* (1 Ed, pp. 544-597), CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781351070447-30>
- Gaedike, R. (2015). Tineidae I: (Dryadaulinae, Hapsiferinae, Euplocaminae, Scardiinae, Nemapogoninae, and Meessiinae). *Brill*. <https://doi.org/10.1163/9789004289161>
- Gerónimo-Torres, J. d. C., de la Cruz, M. P., de la Cruz-Pérez, A., Arias-Rodríguez, L., & Burelo-Ramos, C. M. (2021). Diversidad y distribución vertical de escarabajos barrenadores (Coleoptera: Bostrichidae, Curculionidae: Scolytinae, Platypodinae) en un manglar en Tabasco, México. *Caldasia*, 43(1), 172-185. <https://doi.org/10.15446/caldasia.v43n1.84499>
- Gibson, G. A. (2009). Revision of New World Spalanginae (Hymenoptera: Pteromalidae). *Zootaxa*, 2259(1), 1-159. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.2259.1.1>
- Gielis, C. (2010). De Nederlandse biodiversiteit: Pterophoridae – Vedermodden. *Natuur van Nederland*, 10(1), 249-250. <https://natuurtijdschriften.nl/pub/1019040>
- Goulet, H., & Huber, J. T. (1993). *Hymenoptera of the World: An Identification Guide to Families*. Centre for Land and Biological Resources Research, Agriculture Canada. https://esc-sec.ca/wp/wp-content/uploads/2017/03/AAFC_hymenoptera_of_the_world.pdf
- Grafe, T. U., Ahmad Sah, H., Ahmad, N., Borkent, A., Meuche, I., & Konopik, O. (2019). Studying the sensory ecology of frog-biting midges (Corethrellidae: Diptera) and their frog hosts using ecological interaction networks. *Journal of Zoology*, 307(1), 17-27. <https://doi.org/10.1111/jzo.12612>
- Grazia, J., Panizzi, A. R., Greve, C., Schwertner, C. F., Campos, L. A., Garbelotto, T. d. A., & Fernandes, J. A. M. (2015). Stink Bugs (Pentatomidae). In: Panizzi, A., Grazia, J. (Eds) *True Bugs (Heteroptera) of the Neotropics. Entomology in Focus*, (Vol 2, 681-756). Springer, Dordrecht.
- Grén, C., & Górz, A. (2020). Coprophagous hydrophilid beetles (Coleoptera: Hydrophilidae: Sphaeridiinae) distribution in the Polish Carpathians. *Insects*, 11(6), 355. <https://doi.org/10.3390/insects11060355>
- Guidoti, M., Montemayor, S.I., Guilbert, É. (2015). Lace Bugs (Tingidae). In: Panizzi, A., Grazia, J. (eds.), *True Bugs (Heteroptera) of the Neotropics. Entomology in Focus*, (Vol 2, 395-419). Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-94-017-9861-7_14
- Hall, D. W. (2019). A webbing barklouse, a psocid, *Archipsocus nomas* Gurney (Insecta: Psocoptera: Archipsocidae). <https://edis.ifas.ufl.edu/publication/IN553>
- Hamilton, J. A., Wada-Katsumata, A., & Schal, C. (2019). Role of cuticular hydrocarbons in German cockroach (Blattodea: Ectobiidae) aggregation behavior. *Environmental Entomology*, 48(3), 546-553. <https://doi.org/10.1093/ee/nvz044>
- Harvey, M. S. (2013). Order Pseudoscorpiones. In: Zhang, Z.-Q. (Ed.) *Animal Biodiversity: An Outline of Higher-Level Classification and Survey of Taxonomic Richness (Addenda 2013)*. *Zootaxa*, 3703(1), 34-35.
- Hasan, M. M., Athanassiou, C. G., Schilling, M. W., & Phillips, T. W. (2020). Biology and management of the red-legged ham

- beetle, *Necrobia rufipes* DeGeer (Coleoptera: Cleridae). *Journal of Stored Products Research*, 88, 101635. <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2020.101635>
- Henry, T. J. (2019). Family Microphysidae Dohrn, 1859: The microphysids, In T. Henry (Ed), (1 Ed, pp. 249-250). <https://www.taylorfrancis.com/chapters/edit/10.1201/9781351070447-23/family-microphysidae-dohrn-1859-thomas-henry>
- Herz, A., & Heitland, W. (2003). Impact of cocoon predation and parasitism on endemic populations of the common pine sawfly, *Diprion pini* (L.) (Hymenoptera: Diprionidae) in different forest types. *Agricultural and Forest Entomology*, 5(1), 35-42. <https://doi.org/10.1046/j.1461-9563.2003.00160.x>
- Hilszczański, J. (2018). Ecology, Diversity and Conservation of Saproxylic Hymenopteran Parasitoids. In: Ulyshen, M. (eds) Saproxylic Insects. Zoological Monographs, vol 1. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-75937-1_6
- Hinton, H. (1941). The Lathridiidae of economic importance. *Bulletin of Entomological Research*, 32(3), 191-247. <https://doi.org/10.1017/S000748530001717X>
- Hoddle, M. S., Robinson, L., & Morgan, D. (2002). Attraction of thrips (Thysanoptera: Thripidae and Aeolothripidae) to colored sticky cards in a California avocado orchard. *Crop Protection*, 21(5), 383-388. [https://doi.org/10.1016/S0261-2194\(01\)00119-3](https://doi.org/10.1016/S0261-2194(01)00119-3)
- Horak, J., Vavrova, E., & Chobot, K. (2010). Habitat preferences influencing populations, distribution and conservation of the endangered saproxylic beetle *Cucujus cinnaberinus* (Coleoptera: Cucujidae) at the landscape level. *European Journal of Entomology*, 107(1), 81-88. <https://doi.org/10.14411/eje.2010.011>
- Hsu, P.-W., Hugel, S., Wetterer, J. K., Tseng, S.-P., Ooi, C.-S. M., Lee, C.-Y., & Yang, C.-C. S. (2020). Ant crickets (Orthoptera: Myrmecophilidae) associated with the invasive yellow crazy ant *Anoplolepis gracilipes* (Hymenoptera: Formicidae): Evidence for cryptic species and potential co-introduction with hosts. *Myrmecological News*, 22(8), 2351-2366. <https://www.biotaxa.org/mn/article/view/61284>
- Hubbell, T. H., & Norton, R. M. (1978). The systematics and biology of the cave-crickets of the North American tribe Hadenocini (Orthoptera: Saltatoria: Ensifera: Rhaphidophoridae: Dolichopodinae). *University of Michigan Miscellaneous Publications*, 155, 1-89. <https://deepblue.lib.umich.edu/handle/2027.42/56400>
- Islam, W., Noman, A., Akutse, K. S., Qasim, M., Ali, H., Haider, I., Hashem, M., Alamri, S., Al Zoubi, O. M., & Khan, K. A. (2021). Phyto-derivatives: An efficient eco-friendly way to manage *Trogoderma granarium* (Everts) (Coleoptera: Dermestidae). *International Journal of Tropical Insect Science*, 41(2), 915-926. <https://doi.org/10.1007/s42690-020-00370-x>
- Ito, H., & Osawa, N. (2019). A field study of the colony composition of the wood-feeding cockroach *Panesthia angustipennis spadica* (Blattodea: Blaberidae). *Applied Entomology and Zoology*, 54(1), 79-84. <https://doi.org/10.1007/s13355-018-0596-2>
- Izadzadeh, M., Talebi, A. A., Van Achterberg, C., & Rakhshani, E. (2015). First record of the family Heloridae (Hymenoptera: Proctotrupoidea) from Iran, with description of a new species. *Zootaxa*, 3946(4), 577-582. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.3946.4.6>
- Jin, Z., Ślipiński, A., & Pang, H. (2013). A revision of the genus *Notodascillus* Carter (Coleoptera: Dascillidae). *Zootaxa*, 3613(3), 245-256. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.3613.3.3>
- Johnson, C. (1982). An introduction to the Ptiliidae (Coleoptera) of New Zealand. *New Zealand Journal of Zoology*, 9(3), 333-376. <https://doi.org/10.1080/03014223.1982.10423865>
- Johnson, P. J. (2018). New occurrences of Byrrhidae (Coleoptera) and bryophagy in the Black Hills ecosystem, South Dakota and Wyoming. *The Coleopterists Bulletin*, 97, 67-76.
- Johnson, S. D. (1994). Evidence for Batesian mimicry in a butterfly-pollinated orchid. *Biological Journal of the Linnean Society*, 53(1), 91-104. <https://doi.org/10.1006/bijl.1994.1062>
- Judd, D. D. (2004). Insecta: Diptera, Tanyderidae. In: Yule, C. M. & Yong, H. S. (Eds.), *Freshwater Invertebrates of the Malaysian Region* (pp. 626-633). Academy of Sciences Malaysia.
- Kimsey, L., & Brothers, D. (2006). Familia Tiphidae. In Fernández, F., & Sharkey, M. J. (Eds.), *Introducción a los Hymenoptera de la Región Neotropical* (pp. 597-608). Sociedad Colombiana de Entomología y Universidad Nacional de Colombia.
- Kocarek, P., Dvořák, L., & Kirstová, M. (2015). *Euborellia annulipes* (Dermaptera: Anisolabidae), a new alien earwig in Central European greenhouses: Potential pest or beneficial inhabitant? *Applied Entomology and Zoology*, 50(2), 201-206. <https://doi.org/10.1007/s13355-015-0322-2>
- Koval, A., Makarov, K., & Korotyaev, B. (2019). On a finding of the polyphagous pest, coffee bean weevil *Araecerus fasciculatus* (Deg.) (Coleoptera: Anthribidae), in natural habitats of different regions of southern Russia. *Entomological Review*, 99(1), 129-132. <https://doi.org/10.1134/S0013873819010160>
- Kristensen, N. P. (1999). Phylogeny of endopterygote insects, the most successful lineage of living organisms. *European Journal of Entomology*, 96, 237-254. <https://ejc.cz/pdfs/eje/1999/03/03.pdf>
- Krivoshchina, M. (2000). New data on rare xylophagous flies of the genus *Xylophagus* (Diptera: Xylophagidae) (in Russian). *Zoologicheskii Zhurnal*, 79, 1216-1228.
- Kusy, D., Motyka, M., Bocek, M., Vogler, A. P., & Bocak, L. (2018). Genome sequences identify three families of Coleoptera as morphologically derived click beetles (Elateridae). *Scientific Reports*, 8(17084), 1-9. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-35328-0>
- Lawrence, J. F. (1991). Mycetophagidae (Tenebrionoidea). In Stehr, F. W. (Ed.), *Immature Insects*, (Vol. 2, pp. 498-500). Kendall/Hunt Publishing Company.
- Leschen, R. A. B., & Buckley, T. R. (2007). Multistate characters and diet shifts: Evolution of Erotylidae (Coleoptera). *Systematic Biology*, 56(1), 97-112. <https://doi.org/10.1080/10635150701211844>
- Libonatti, M. L., & Ruta, R. (2018). Family Scirtidae. En J. H. Thorp & D. C. Rogers (Eds.), Thorp and Covich's freshwater invertebrates: Keys to Neotropical Hexapoda (4.^a ed., Vol. 3, pp. 599-603). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-804223-6.00028-7>
- Lienhard, C. (2005). Two new soil-dwelling psocids (Psocoptera: Trogiidae and Pachytroctidae) from the islands of St Helena and Madagascar. *Revue Suisse de Zoologie*, 112(3), 689-702. <https://doi.org/10.5962/bhl.part.80321>
- Lienhard, C., & Smithers, C. N. (2002). Psocoptera (Insecta): world catalogue and bibliography (xli + 745 pp.). Geneva, Switzerland: Muséum d'Histoire Naturelle de Genève.
- Liu, P., Jia, W., Zheng, X., Zhang, L., Sangbaramou, R., Tan, S., Liu, Y., & Shi, W. (2018). Predation functional response and life table parameters of *Orius sauteri* (Hemiptera: Anthocoridae) feeding on *Megalurothrips usitatus* (Thysanoptera: Thripidae). *Florida Entomologist*, 101(2), 254-259.
- Lobato-Vila, I., & Pujade-Villar, J. (2018). Estado actual del conocimiento de la diversidad de inquilinos de agallas de cinipidos en encinos de México (Hymenoptera: Cynipidae). *Entomología Mexicana*, 5, 435-443.
- Loiácono, M. S., Margaria, C. B., & Aquino, D. A. (2013). Diapriinae wasps (Hymenoptera: Diaprioidea: Diapriidae) associated with ants (Hymenoptera: Formicidae) in Argentina. *Psyche*, 2013, Article ID 394129. <https://doi.org/10.1155/2013/320590>
- Lyneborg, L. (1992). Therevidae (Insecta: Diptera). *Fauna of New Zealand*, 24, 1-139. <https://www.landcareresearch.co.nz/assets/Publications/Fauna-of-NZ-Series/FNZ24Lyneborg1992.pdf>
- Marshall, S. A., Roháček, J., Dong, H., & Buck, M. (2011). The state of Sphaeroceridae (Diptera: Acalyptratae): A world catalog update covering the years 2000-2010, with new generic synonymy, new combinations, and new distributions. *Acta Entomologica Musei Nationalis Pragae*, 51(1), 217-298. https://www.aemnp.eu/data/article-1323/1304-51_1_217.pdf

- Martínez, L. C., Plata-Rueda, A., & Serrão, J. E. (2021). Effects of insect growth regulators on mortality, survival, and feeding of *Euprosterina elaeasa* (Lepidoptera: Limacodidae) larvae. *Agronomy*, 11(10), 2002. <https://doi.org/10.3390/agronomy11102002>
- Mawdsley, J. R. (2003). The importance of species of Dasytinae (Coleoptera: Melyridae) as pollinators in western North America. *The Coleopterists Bulletin*, 57(2), 154-160. <https://doi.org/10.1649/541>
- McAlpine, D. K. (1998). Review of the Australian stilt flies (Diptera: Micropezidae) with a phylogenetic analysis of the family. *Invertebrate Systematics*, 12(1), 55-134. <https://doi.org/10.1071/IT96018>
- Merle, I., Hipólito, J., & Requier, F. (2021). Towards integrated pest and pollinator management in tropical crops. *Current Opinion in Insect Science*, 50, 100866. <https://doi.org/10.1016/j.cois.2021.12.006>
- Mockford, E. L., & Norman, I. (1994). The bark lice (Psocoptera). In: *Biodiversity of the Schoodic Peninsula: Results of the Insect and Arachnid Survey*, 37, 27.
- Mohandass, S., Arthur, F. H., Zhu, K. Y., & Throne, J. E. (2007). Biology and management of *Plodia interpunctella* (Lepidoptera: Pyralidae) in stored products. *Journal of Stored Products Research*, 43(3), 302-311. <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2006.08.002>
- Monserat, V. J., & Marín, F. (1996). Plant substrate specificity of Iberian Hemerobiidae (Insecta: Neuroptera). *Journal of Natural History*, 30(5), 775-787. <https://doi.org/10.1080/00222939600770401>
- Morales-Castaño, I. T., & Amat-García, G. D. (2012). Del viento, Cordillera Oriental, Cundinamarca – Colombia.
- Mound, L. A. (2019). Thrips (Thysanoptera) of the Australian Territory of Christmas Island, Indian Ocean. *The Australian Entomologist*, 46(4), 167-170. <https://biostor.org/reference/302028>
- Muona, J. (2002). Eucnemidae Eschscholtz 1829. In: Arnett, R. H., Thomas, M. C., Skelley, P. E., & Frank, J. H. (Eds.), *American Beetles: Polyphaga: Scarabaeoidea through Curculionoidea* (Vol. 2, pp. 152-157). CRC Press.
- Núñez-Penichet, C., Cobos, M. E., Barro, A., & Soberón, J. (2019). Potential migratory routes of *Urania boisduvalii* (Lepidoptera: Uraniidae) among host plant populations. *Diversity and Distributions*, 25(3), 478-488. <https://doi.org/10.1111/ddi.12881>
- Ogita, S., Tanaka, Y., & Kuriwada, T. (2021). Effect of diet on body size and survival of omnivorous crickets. *Entomological Science*, 24(4), 347-353. <https://doi.org/10.1111/ens.12487>
- Pall, J. L., & Coscarón, M. d. C. (2012). The Rhopalidae (Hemiptera: Heteroptera) of Argentina. *Journal of Natural History*, 46(23-24), 1441-1465. <https://doi.org/10.1080/00222933.2012.673643>
- Pape, T., Wolff, M., & Amat, E. C. (2004). Los califóridos, éstridos, rinofóridos y sarcófágidos (Diptera: Calliphoridae, Oestridae, Rhinophoridae, Sarcophagidae) de Colombia. *Biota Colombiana*, 5(2), 201-208. <https://revistas.humboldt.org.co/index.php/biota/article/view/145>
- Parslow, B. A., Schwarz, M. P., & Stevens, M. I. (2020). Review of the biology and host associations of the wasp genus *Gasteruption* (Evanoidea: Gasteruptionidae). *Zoological Journal of the Linnean Society*, 189(4), 1105-1122. <https://doi.org/10.1093/zoolinnean/zlaa005>
- Pasaru, F., Anshary, A., Saleh, S., Yunus, M., Nasir, B., et al. (2021). Diversity of arthropods and decreased seed weight for various cocoa plantation systems. *Songklanakarin Journal of Science & Technology*, 43(2), 414-421. <https://sjst.psu.ac.th/journal/43-2/14.pdf>
- Pérez-Bilbao, A., João Benetti, C., & Garrido, J. (2010). New data on Elmidae and Dryopidae in ponds of the Natura 2000 network of Galicia (NW Spain) (Coleoptera, Polyphaga). *Bulletin de la Société Entomologique de France*, 115(2), 185-191. <https://doi.org/10.3406/bsef.2010.2878>
- Pérez-Hernández, C. X. (2018). Natural history and ecology of soldier beetles (Coleoptera: Cantharidae) in the Mexican tropical dry forests. *Environmental Entomology*, 47(3), 535-544. <https://doi.org/10.1093/ee/nvy012>
- Polhemus, J. T., & Polhemus, D. A. (2019). Family Hebridae Amyot and Serville, 1843: The velvet water bugs. In Panizzi, A. R. & Grazia, J. (Eds.), *True Bugs (Heteroptera) of the Neotropics* (pp. 152-155). Springer. <https://doi.org/10.1201/9781351070447-16>
- Pollock, D. A. (1998). Pythidae Solier, 1834. *Annals of Carnegie Museum*, 67(3), 245-264. <https://doi.org/10.5962/p.215208>
- Prado, M. C. d. N., Giuliani, G. K., Ghiotto, T. C., do Carmo, J. B., Guerreiro, J. C., Prado, E. P., Pogetto, M. H. d. A., Masson, M. V., Tavares, W. d. S., Wilcken, C. F., et al. (2022). Detection and estimation of *Mastigima anjosi* (Hemiptera: Calophyidae) populations on *Cedrela fissilis* trees. *Royal Society Open Science*, 9(3), 211340. <https://doi.org/10.1098/rsos.211340>
- Rafael, J. A., & Amat García, E. C. (2014). Pipunculidae. In M. Wolf, S. S. Nihei, & C. J. B. de Carvalho (Eds.), *Diptera of Colombia*. Magnolia Press. *Zootaxa*, 4122 (1), 1-2. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4122.1.1>
- Rajmohana, K., Bijoy, C., & Patra, S. (2021). First record of the family Liopteridae (Hymenoptera: Cynipoidea) from India. *Far Eastern Entomologist*, 433, 13-17. <https://doi.org/10.25221/fec.433.2>
- Raju, A. S., Rani, B. U., Sulakshana, M., Kumar, B. D., Rao, M. M., & Rao, C. P. (2016). A study on morphology and feeding ecology of the blister beetle, *Mylabris pustulata* Thunberg (Coleoptera: Meloidae). *Advances in Pollen and Spore Research*, 34, 127-137.
- Ramos, F. L. D., De Oño, J. L., & Cosico, S. M. Q. (2019). Field evaluation and behavioral response of black earwig, *Chelisoches morio* (Fabricius) (Dermaptera: Chelisochidae), to the coconut leaf beetle, *Brontispa longissima* (Gestro) (Coleoptera: Chrysomelidae). *Ascendens Asia Journal of Multidisciplinary Research Abstracts*, 3(2).
- Reche, V., Gallardo, F. E., Funes, C., Escobar, L., Ovruski, S., & Kirschbaum, D. (2021). A new species of *Dieucoila* (Hymenoptera: Figitidae) associated with *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae) in Argentina. *Bulletin of Insectology*, 74(1), 11-18. <https://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/119946>
- Rismayani, U., Ullah, M. S., Chi, H., & Gotoh, T. (2021). Impact of constant and fluctuating temperatures on population characteristics of *Tetranychus pacificus* (Acari: Tetranychidae). *Journal of Economic Entomology*, 114(2), 638-651. <https://doi.org/10.1093/jee/toaa327>
- Rodríguez-Ch., J., Castro, U., Morales, A., & Peck, D. C. (2003). Biología del salivazo *Prosapia simulans* (Homoptera: Cercopidae), nueva plaga de gramíneas cultivadas en Colombia. *Revista Colombiana de Entomología*, 29(2), 149-155. <https://doi.org/10.25100/socolen.v29i2.9598>
- Roininen, H., Nyman, T., & Zinovjev, A. (2005). Biology, ecology, and evolution of gall-inducing sawflies (Hymenoptera: Tenthredinidae and Xyelidae). In Raman, A., Schaefer, C. W., & Withers, T. M. (Eds.), *Biology, Ecology and Evolution of Gall-inducing Arthropods* (Vols. 1-2, pp. 467-494). Science Publishers. https://www.researchgate.net/publication/283213012_Biology_Ecology_and_Evolution_of_Gall-inducing_Cynipidae
- Saether, O. A. (1970). Nearctic and Palaearctic *Chaoborus* (Diptera: Chaoboridae). *Canadian Fisheries Research Board Bulletin*. <https://waves-vagues.dfo-mpo.gc.ca/Library/1501.pdf>
- Salmela, J., Autio, O., & Ilmonen, J. (2006). A survey on the nematoceran (diptera) communities of southern finnish wetlands. *Societas Pro Fauna et Flora Fennica*, 83(2), 33-47. <https://kansalliskirjasto.finna.fi/Record/arto.013109831>
- La Salle, J. (2005). Biology of gall inducers and evolution of gall induction in Chalcidoidea (Hymenoptera: Eulophidae, Eurytomidae, Pteromalidae, Tanaostigmatidae, Torymidae). In Raman, A., Schaefer, C. W., & Withers, T. M. (Eds.), *Biology, Ecology and Evolution of Gall-inducing Arthropods* (Vols. 1-2, pp. 507-537). Science Publishers.

- Sánchez-García, J. A., Guzmán-Vásquez, H. M., & Jarquín-López, R. (2020). La importancia de las cigarras en México (Hemiptera: Cicadidae). *Boletín de la Sociedad Mexicana de Entomología*, 6(2), 27-33. <https://revistas.acaentmex.org/index.php/boletin/article/view/20>
- Sandrelli, B. d. O. S., et al. (2020). Distribución temporal, predación de frutos y aspectos biológicos de *Apion brevicorne* Gerstaecker, 1854 (Curculionidae: Brentidae: Apioninae) en *Copaifera malmei* Harms (Fabaceae).
- SantosMurgas, A., GutiérrezLanzas, J. J., & LanuzaGaray, A. (2021). Registro de parasitismo de *Brachymeria annulata* (Hymenoptera: Chalcididae) en pupas de *Talides hispa* Evans, 1955 (Lepidoptera: Hesperidae) en Panamá. *Poeyana*, 512.
- Sazhnev, A. S. (2020). Beetles of the family Heteroceridae (Insecta: Coleoptera) in extreme environments. *Ecosystem Transformation*, 3(2), 22-31. <https://doi.org/10.23859/estr-200323a>
- Schaefer, C. W. (1983). Host plants and morphology of the Piesmatidae and Podopinae (Hemiptera: Heteroptera): Further notes. *Annals of the Entomological Society of America*, 76(1), 134-137. <https://doi.org/10.1093/aesa/76.1.134>
- Scholtz, C., Bazelet, C. S., & de Klerk, H. (2018). Gryllacrididae (Orthoptera: Ensifera) in southern Africa. *Journal of Orthoptera Research*, 27(2), 183-186. <https://doi.org/10.3897/jor.27.29645>
- Shear, W. (2011). Class Diplopoda De Blainville in Gervais, 1844. In Zhang, Z.-Q. (Ed.), *Animal Biodiversity: An Outline of Higher-Level Classification and Survey of Taxonomic Richness*. *Zootaxa*, 3148(1), 159-164. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.3148.1.32>
- Shockley, F. W., Tomaszewska, K. W., & McHugh, J. V. (2009). An annotated checklist of the handsome fungus beetles of the world (Coleoptera: Cucujoidea: Endomychidae). *Zootaxa*, 1999(1), 1-113. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.1999.1.1>
- Silveira, L. C. P., Souza, I. L., Tomazella, V. B., & Méndez, H. A. G. (2019). Parasitoid insects. In: Souza, B., Vázquez, L., Marucci, R. (Eds) *Natural Enemies of Insect Pests in Neotropical Agroecosystems*. (pp. 97-109) Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-24733-1_9
- Smit, N. E., Lugoija, F., & OgengaLatigo, M. W. (1997). The sweet-potato butterfly (*Acraea acerata* Hew., Nymphalidae): A review. *International Journal of Pest Management*, 43(4), 275-278. <https://doi.org/10.1080/096708797228564>
- Smith, C. L. (2019). Family Mesoveliidae Douglas and Scott, 1867: The water treaders. In Panizzi, A. R. & Grazia, J. (Eds.), *True Bugs (Heteroptera) of the Neotropics* (pp. 247-248). Springer. <https://doi.org/10.1201/9781351070447-22>
- Smith, D. R. (1988). A synopsis of the sawflies (Hymenoptera: Symphyta) of America south of the United States: introduction, Xyelidae, Pamphiliidae, Cimbicidae, Diprionidae, Xiphydriidae, Siricidae, Orussidae, Cephidae. *Systematic Entomology*, 13(2), 205-261. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3113.1988.tb00242.x>
- Smith, T. R., & Brambila, J. (2008). A major pest of cotton, *Oxycarenus hyalinipennis* (Heteroptera: Oxycarenidae) in the Bahamas. *Florida Entomologist*, 91(3), 479-482. [https://doi.org/10.1653/015-4040\(2008\)91\[479:AMPOCO\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1653/015-4040(2008)91[479:AMPOCO]2.0.CO;2)
- Spencer, K. A. (1983). Leaf-mining Agromyzidae (Diptera) in Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 31(1), 41-67. <https://archivo.revistas.ucr.ac.cr/index.php/rbt/article/view/25127>
- Springer, M. (2010). Trichoptera. *Revista de Biología Tropical*, 58(S4), 151-198. <https://archivo.revistas.ucr.ac.cr/index.php/rbt/article/view/20086>
- Srinivasnaik, S., Suganthi, M., Kumar, S. M., & Jegadeeswari, V. (2016). Survey, documentation and identification of entomofauna of cocoa, *Theobroma cacao* L. in major cocoa growing regions of South India. *Journal of Applied and Natural Science*, 8(3), 1444-1451. <https://doi.org/10.31018/jans.v8i3.980>
- Stary, J., & Martinovsky, J. (1993). A review of the genus *Diazosma* (Diptera: Trichoceridae). *European Journal of Entomology*, 90(1), 79-85. https://ejc.cz/artkey/eje-199301-0014_A_review_of_the_genus_Diazosma_Diptera_Trichoceridae.php
- Steiner Jr, W. E. (2002). Phalacridae Leach, 1815. In Arnett, R. H. Jr., Thomas, M. C., Skelley, P. E. & Frank, J. H. (Eds.), *American Beetles*, (Vol. II, pp. 335-337). CRC Press.
- Švácha, P. (1994). Bionomics, behaviour and immature stages of *Pelecotoma fennica* (Paykull) (Coleoptera: Rhipiphoridae). *Journal of Natural History*, 28(3), 585-618. <https://doi.org/10.1080/00222939400770271>
- Tay, J.-W., & James, D. (2021). Field demonstration of heat technology to mitigate heat sinks for drywood termite (Blattodea: Kalotermitidae) management. *Insects*, 12(12), 1090. <https://doi.org/10.3390/insects12121090>
- Taylor, T. A., & Stern, V. M. (1971). Host-preference studies with the egg parasite *Trichogramma semifumatum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *Annals of the Entomological Society of America*, 64(6), 1381-1390. <https://doi.org/10.1093/aesa/64.6.1381>
- Thei, R. S. P., Abadi, A. L., Mudjiono, G., & Suprayogo, D. (2020). The dynamics of arthropod diversity and abundance in rice field ecosystem in central Lombok, Indonesia. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 21(12), 5850-5857. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d211249>
- Thompson, F. C. (2006). New *Mesochria* species (Diptera: Anisopodidae) from Fiji, with notes on the classification of the family. *Fiji Arthropods*, 86, 11-21. <https://repository.si.edu/bitstreams/0cdc7194-dc87-47d4-aaab-4efcabb91051/download>
- Thornton, I. W. B., & Smithers, C. N. (1977). Philotarsidae (Psocoptera) of New Guinea. *Pacific Insects*, 17(4), 419-450. <https://hbs.bpbmwebdata.org/fiji/pdf/thornton-smithers1977.pdf>
- Thornton, I. W. (1985). The geographical and ecological distribution of arboreal Psocoptera. *Annual Review of Entomology*, 30(1), 175-196. <https://doi.org/10.1146/annurev.en.30.010185.001135>
- Throne, J. E. (1987). A bibliography of the rusty grain beetle, *Cryptolestes ferrugineus* (Stephens) (Coleoptera: Cucujidae).
- Tomberlin, J. K., & Sheppard, D. C. (2002). Factors influencing mating and oviposition of black soldier flies (Diptera: Stratiomyidae) in a colony. *Journal of Entomological Science*, 37(4), 345-352. <https://doi.org/10.18474/0749-8004-37.4.345>
- Umaru, F. F., & Simarani, K. (2020). Evaluation of the potential of fungal biopesticides for the biological control of the seed bug, *Elasmolomus pallens* (Dallas) (Hemiptera: Rhyparochromidae). *Insects*, 11(5), 277. <https://doi.org/10.3390/insects11050277>
- Valdez, J. W. (2019). Predaceous diving beetles (Coleoptera: Dytiscidae) may affect the success of amphibian conservation efforts. *Australian Journal of Zoology*, 66(6), 352-355. <https://doi.org/10.1071/ZO19039>
- Wang, Y., Brožek, J., & Dai, W. (2020). Morphological disparity of the mouthparts in polyphagous species of Largidae (Heteroptera: Pentatomomorpha: Pyrrhocoroidea) reveals feeding specialization. *Insects*, 11(3), 145. <https://doi.org/10.3390/insects11030145>
- Weithmann, S., von Hoermann, C., Schmitt, T., Steiger, S., & Ayasse, M. (2020). The attraction of the dung beetle *Anoplotrupes stercorosus* (Coleoptera: Geotrupidae) to volatiles from vertebrate cadavers. *Insects*, 11(8), 476. <https://doi.org/10.3390/insects11080476>
- White Jr, R. A., & Franklin, R. T. (1996). Prey consumption by *Xylophagus cinctus* De Geer larvae (Diptera: Xylophagidae). *Journal of the Kansas Entomological Society*, 69(1), 97-99. <https://www.jstor.org/stable/25085652>
- Whitman, D. W., Jones, C. G., & Blum, M. S. (1992). Defensive secretion production in lubber grasshoppers (Orthoptera: Romaleidae): Influence of age, sex, diet, and discharge frequency. *Annals of the Entomological Society of America*, 85(1), 96-102. <https://doi.org/10.1093/aesa/85.1.96>
- Whittington, A. E., & KirkSpriggs, A. H. (2021). Lonchoterpidae. In Kirk-Spriggs A. H. & Sinclair B. J. (Ed) *Manual of Afrotropical Diptera* (Volume 3 pp.1375-1381). Editorial Assistance Burgert S. Muller. https://www.sanbi.org/wp-content/uploads/2024/06/2021_Suricata08.pdf

- Willig, M. R., Sandlin, E. A., & Gannon, M. R. (1993). Structural and taxonomic components of habitat selection in the Neotropical folivore *Lamponius portoricensis* (Phasmatodea: Phasmatidae). *Environmental Entomology*, 22(3), 634-641. <https://doi.org/10.1093/ee/22.3.634>
- Wilcken, C. F., Soliman, E. P., Nogueira de Sá, L. A., Barbosa, L. R., Dias, T. K. R., Ferreira Filho, P. J., & Oliveira, R. J. R. (2010). Bronze bug *Thaumastocoris peregrinus* Carpintero & Dellapé (Hemiptera: Thaumastocoridae) on Eucalyptus in Brazil and its distribution. *Journal of Plant Protection Research*, 50(2), 184-188. <https://doi.org/10.2478/v10045-010-0034-0>
- Yoshizawa, K., & Johnson, K. P. (2014). Phylogeny of the suborder Psocomorpha: Congruence and incongruence between morphology and molecular data (Insecta: Psocodea: 'Psocoptera'). *Zoological Journal of the Linnean Society*, 171(4), 716-731. <https://doi.org/10.1111/zoj.12157>
- Yoshizawa, K., Lienhard, C., & Johnson, K. P. (2006). Molecular systematics of the suborder Trogiomorpha (Insecta: Psocodea: 'Psocoptera'). *Zoological Journal of the Linnean Society*, 146(2), 287-299. <https://doi.org/10.1111/j.1096-3642.2006.00207.x>
- Yuan, K., Zhu, H., Qu, Y., Ren, B., You, Y., et al. (2020). Observation of antennal sensilla of flower-visiting insect *Bibio rufiventris* (Diptera: Bibionidae) with scanning electron microscope. *Acta Entomologica Sinica*, 63(4), 439-449. <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/20203385100>
- ZaragozaCaballero, S., & Pérez Hernández, C. X. (2014). Sinopsis de la familia Phengodidae (Coleoptera).
- Zhang, Q.-H., Hoover, D. R., McMillian, D. R., Zhou, G., Margaryan, A., Welshons, D. O., Norrbom, A. L., & Aldrich, J. R. (2022). Synergistic attraction of kleptoparasitic flies, *Desmome-topa* spp. (Diptera: Milichiidae) to two vespid venom volatiles... *Chemoecology*, 32(2), 89-94. <https://doi.org/10.1007/s00049-021-00365-1>
- Zheng, X.-L., Li, J., Su, L., Liu, J.-Y., Meng, L.-Y., Lin, M.-Y., Zhang, J., & Lu, W. (2015). Ecological and morphological characteristics of parasitoids in *Phauda flammans* (Lepidoptera: Zygaenidae). *Parasite*, 22(36), 1-6. <https://doi.org/10.1051/parasite/2015036>